

Aus der
Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Freien Universität Berlin

Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. EWALD HARNDT

DIE KLINISCHE UNGENAUIGKEIT VON GUSSFÜLLUNGEN BEI DER VERWENDUNG
VON AUSGEWÄHLTEN, ZAHNÄRZTLICHEN EDELMETALL - LEGIERUNGEN.

DISSERTATION

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Wolfgang Oehlke
aus Dabelow
(Mecklenburg)

1968

Aus der
Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Freien Universität Berlin
Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. EWALD HARNDT

DIE KLINISCHE UNGENAUIGKEIT VON GUSSFÜLLUNGEN BEI DER VERWENDUNG
VON AUSGEWÄHLTEN, ZAHNÄRZTLICHEN EDELMETALL - LEGIERUNGEN.

DISSERTATION
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Wolfgang Oehlke
aus Dabelow
(Mecklenburg)

Dekan: Professor Dr. med. Hans Wolfgang S p i e r

Referent: Professor Dr. med. dent. Karl E i c h n e r

Korreferent: Professor Dr. med. dent. Hermann K i r s t e n



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin.

Promoviert am: 10.9.1968

Meiner lieben Gisela



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A. 1. <u>Einleitung</u>	1
2. <u>Aufgabestellung</u>	3
B. <u>Darstellung des zahnärztlichen Edelmetall- gußverfahrens</u>	5
1. Präparation	6
2. Wachsabdruck	11
a) nach der direkten Methode	14
b) nach der indirekten Methode	14
3. Vorbereitende Einbettungsmaßnahmen	17
4. Einbettmasse	25
5. Einbettmethode	29
6. Wachsaustreibung	31
7. Vorwärmen	33
8. Gußtechnik	34
9. Abkühlen, Ausbetten, Abbeizen	37
C. <u>Ermittlung der klinischen Ungenauigkeit bei Gußfüllungen an einzelnen Meßstellen</u>	38
1. Versuchsplanung	38
2. Versuchsanordnung	45
3. Prinzip der meßtechnischen Bestimmung der klinischen Ungenauigkeit durch Meß- mikroskop	50
4. Meßergebnisse	58
D. <u>Auswertung der Ergebnisse und kritische Stellungnahme im Hinblick auf die kli- nische Ungenauigkeit von Gußfüllungen</u>	75
E. <u>Zusammenfassung</u>	81
F. <u>Literaturverzeichnis</u>	83

A. 1. Einleitung

Bei der Eingliederung von Gußfüllungen zur Wiederherstellung der Funktion des einzelnen Zahnes im Kauorgan richtet sich das Hauptaugenmerk des Zahnarztes auf die Erzielung eines präzisen Randschlusses der Einlagefüllung. Der Herstellungsgang einer gegossenen Füllung beeinflusst dabei ausschlaggebend den guten Randschluß zwischen Gußobjekt und Zahnhartsubstanz und bedingt damit die klinische Ungenauigkeit. Diese ist verantwortlich für das Auftreten von Kariesrezidiven.

Statische und metallurgische Gesichtspunkte dürfen jedoch bei der Anlage einer Kavität für eine solche Füllung nicht außer Acht gelassen werden. Sie sollen aber im Rahmen dieser Arbeit nicht gesondert untersucht werden.

W e i k a r t (60) führte aus, daß es sich bei dem Einfügen einer Einlagefüllung in eine Kavität um eine Maßnahme handelt, die in der Technik als Passung bezeichnet wird. Dabei liegt ein Maßunterschied zusammengehöriger Teile vor. Man unterscheidet Spiel-, Preß- und Übergangspassungen, die je nach den Ist-Maßen von Bohrung und Welle ein Spiel- oder ein Übermaß aufweisen (Abb.1).

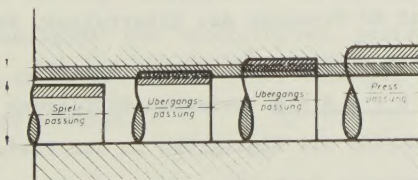


Abb.1: Passungen im System Einheitsbohrung

Bei occlusalen Gußfüllungen liegen stets Spielpassungen vor. Schon wenn das direkte Herstellungsverfahren angewendet wird, ist der Wachsabdruck nach seiner Abkühlung etwas kleiner als die präparierte Kavität. Gelänge es nun, während des Gießens der Schmelze einen 100 prozentigen Ausgleich der thermischen Kontraktion zu erzielen, so wäre die Einlagefüllung immer noch um den Betrag der Wachskontraktion bedingt durch die Modellation zu klein. Beim indirekten Herstellungsverfahren ist die Zahl der Fehlerquellen noch größer. I l g (32) hat in seinen Untersuchungen diese folgendermaßen zusammengestellt, wobei bei der direkten Arbeitsweise das 1. Negativ und das 2. Positiv entfallen:

- 1. Positiv: Kavität
- 1. Negativ: Abdruck
- 2. Positiv: Präparationsmodell
- 2. Negativ: Wachsabdruck
- 3. Positiv: Einbettmassehohlform
- 3. Negativ: Gußstück

Der Zahnarzt wünscht keinen Spalt zwischen Zahn und Füllung; er spricht von einer präzisen Gußfüllung, wenn mit der Sondenspitze kein Übergang zu tasten ist. Die Spaltgröße ist jedoch direkt proportional der Anzahl der Fehlerquellen.

M y e r s (41) (referiert B o n s a c k (6)) stellte diese zusammen und kam auf 60 Ursachen des Mißerfolges. Für die klinische Genauigkeit kommt es jedoch nur auf den äußeren Übergang zwischen Gußfüllung und Zahnschubstanz an, während die Spaltgröße in der Tiefe der Kavität nur für statische Gesichtspunkte von Interesse ist.

D r e y e r - J ö r g e n s e n (13) äußert, daß eine Gußfüllung dann eine genügende klinische Präzision hat:

" 1. wenn sie in der Kavität festzementiert in einer solchen Weise paßt, daß es mit dem besten Auge nicht möglich ist, irgendwelchen Spalt zwischen Füllung und Zahn noch einen marginalen Überschuß oder Defekt zu sehen, und

2. wenn man mit einer spitzen Sonde weder Spalt noch Überschuß fühlen kann. "

Wenn diese beiden Forderungen erfüllt seien, so würde keinerlei Sekundärkaries an den Füllungsändern entstehen und die Spaltgröße bei 50 μ liegen.

2. Aufgabestellung

Die Aufgabe dieser Arbeit besteht darin, den R a n d - s c h l u ß einer Gußfüllung unter den Blickwinkel der ausreichenden k l i n i s c h e n P r ä z i s i o n zu untersuchen, d. h. in welcher Größenordnung liegt die klinische Ungenauigkeit? Die Untersuchungen beziehen sich also im wesentlichen auf klinische Belange. Das bedeutet, daß nicht die Paßgenauigkeit der gegossenen, unearbeiteten Füllung festgestellt werden soll, sondern die Paßgenauigkeit der bearbeiteten, polierten Gußfüllung. Es sollen im Rahmen dieser Untersuchungen folgende Fragen geklärt werden:

1. Mit welcher mittleren klinischen Ungenauigkeit ist zwischen Zahnhartsubstanz und Gußfüllung an äußeren Übergängen im occlusalen und cervical-interdentalen Bereich zu rechnen, wenn eine genügende klinische Präzision erzielt worden ist?
2. In welchem Ausmaße beeinflussen die Methoden der direkten oder indirekten Herstellungsverfahren die klinische Genauigkeit?
3. Inwieweit ergeben die Gußfüllungstypen und damit ihre Größe und Gestalt eine Beeinflussung der klinischen Präzision?
4. Resultieren aus unterschiedlichen, zahnärztlichen Edelmetall-Legierungen an gleichen Füllungen verschieden große klinische Ungenauigkeiten?
5. Welche Beeinflussung erfährt die klinische Ungenauigkeit durch das sogenannte " Anpolieren " der Gußfüllungsgränder bei verschieden harten Gußlegierungen?

Um diese Fragen zu beantworten, bedarf es Meßreihen an einer möglichst großen Anzahl von Gußfüllungen. Dazu ist es erforderlich, alle Einlagefüllungen nach demselben zahnärztlichen Gußverfahren herzustellen, d. h. es muß versucht werden, beim Gußverfahren konstante Bedingungen einzuhalten. Dadurch sollen Abweichungen, die als Gußfehlerleistung zu werten sind, ausgeschaltet werden. Um eine Versuchsplanung zu entwerfen, bedarf es daher zunächst einer näheren Erörterung des zahnärztlichen Edelmetallgußverfahrens.

B. Darstellung des zahnärztlichen Edelmetallgußverfahrens

Wenn allgemein von einem Gußverfahren die Rede ist, wird in der Regel nur das eigentliche Metallgießen in die Hohlform betrachtet. Alle Maßnahmen zur Erzielung dieser Hohlform werden nicht besonders gewürdigt. Das zahnärztliche Edelmetallgußverfahren jedoch als ein Präzisionsgußverfahren besteht in seiner Gesamtheit aus verschiedenen Arbeitsgängen, die jeder für sich einen Einfluß auf das Gußobjekt ausüben. Das Gießen in der Zahntechnik ist dabei nur als eine Einzelleistung zur Erzielung dieses zahnärztlichen Präzisionsgußobjektes zu werten. Jede Einzelmaßnahme, also nicht nur die des Gießens, kann bereits das Gußstück mit einem grundlegenden Fehler behaften, so daß keine genügende Präzision mehr zu erwarten ist. Der Gesamtkomplex des zahnärztlichen Edelmetallgußverfahrens kann folgendermaßen aufgegliedert werden:

1. Präparation der Kavität
2. Wachsabdruck a) nach der direkten Methode
 b) nach der indirekten Methode
3. Vorbereitende Einbettungsmaßnahmen
4. Einbettmasse
5. Einbettmethode
6. Wachsaustreibung
7. Vorwärmen
8. Gußtechnik
9. Abkühlen, Ausbetten, Abbeizen

Diese einzelnen Arbeitsgänge des zahnärztlichen Gußverfahrens sollen nun im Hinblick auf die spätere Versuchsplanung nach dem Stand der Literatur untersucht werden. Es soll damit sichergestellt sein, daß die im Rahmen dieser Arbeit anzufertigenden Gußobjekte nach den allgemein als optimal angesehenen Grundsätzen der heutigen Fachliteratur hergestellt wurden.

1. Präparation

Für die Kavitätenpräparation von Gußfüllungen sind den Veröffentlichungen von A d l e r (1), B l a c k (4) H a r n d t (22, 23) und M a t h é (39) folgende Richtlinien zu entnehmen:

1) Einschubrichtung

Die Kavität ist so zu präparieren, daß die Gußfüllung nur eine Einschub- und Entfernungsrichtung zuläßt. Bei Füllungen, die einen occlusalen Anteil haben, darf die Herausnahme nur in der Richtung erfolgen, die der Kaukrafttrichtung des Antagonisten entgegengesetzt liegt.

2) Kavitätenwandungen

Bei der Präparation ist eine Kastenform anzustreben, um eine Retention der Einlage zu gewährleisten, die durch die Haftintensität des Zementes allein nicht zu erzielen ist. Die Seitenwände der Kavität sollen sich vom Boden annähernd rechtwinklig absetzen und nur eine leichte Konvergenz bei doppelapproximalen Füllungen aufweisen. Unterminierte Schmelzpartien, deren Dentinunterlage verlorenging, sind abzutragen. Untersichgehende Dentinpartien müssen durch die Unterfüllung mitausgekleidet werden, wobei die Tiefe der Kavität nach der Zementunterfüllung in einem angemessenen Verhältnis zum Präparationsdurchmesser stehen muss.

D r e y e r - J ö r g e n s e n (13) hat die Divergenz bzw. Konvergenz der Wandungen zum Gegenstand eingehender Untersuchungen im Hinblick auf die klinische Präzision gemacht. Die klinische Präzision, oder anders

ausgedrückt, die klinische Ungenauigkeit, wurde zeichnerisch dargestellt und damit rechnerisch die Proportionalität zwischen der klinischen Ungenauigkeit einerseits und der prozentualen Ungenauigkeit, dem halben Präparationsdurchmesser, der Kotangente des halben Konvergenzwinkels andererseits ausgedrückt. Die nachfolgenden schematischen Zeichnungen wurden von mir für die Gußfüllungspräparation entsprechend modifiziert (Abb. 2).

Die graphische Darstellung nach Dreyer-Jørgensen (Abb. 3)

zeigt die klinische Ungenauigkeit als Ordinate und den Konvergenzwinkel als Abszisse. Die erste Kurve stellt die Beziehung beider Faktoren zueinander bei einem Präparationsdurchmesser von 10 mm und einer Gußungenauigkeit von 1 % dar. Die 50 μ Forderung der klinischen Präzision läßt sich bei einem Konvergenzwinkel von 45° nicht erfüllen. Bei einer Gußungenauigkeit von 0,2 % ist bei einem Konvergenzwinkel von 20° die klinische Präzision (50 μ) erfüllt. Da aber in der

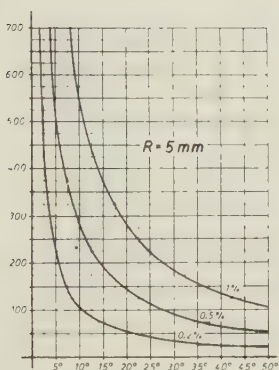


Abb. 3 Graphische Darstellung der klinischen Ungenauigkeit in Abhängigkeit vom Konvergenzwinkel (nach Dreyer-Jørgensen).

klinischen Praxis der Konvergenzwinkel zwischen 5° bis 15° schwankt, muß also die zulässige prozentuale Gußungenauigkeit wesentlich kleiner als 0,2 % sein, um die 50 μ Forderung zu erfüllen.

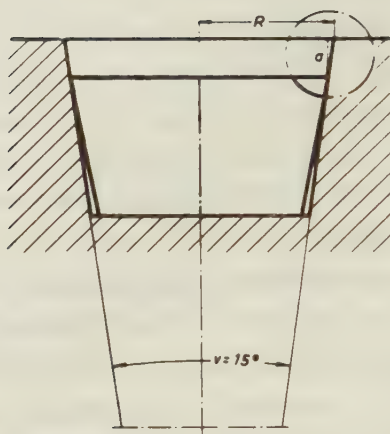


Abb 2a Klinische Ungenauigkeit bei zentraler Gußfüllung (Spielpassung)

a : Klinische Ungenauigkeit
 b : Metrische Ungenauigkeit
 v : Konvergenzwinkel
 R : halber Präparations-
 durchmesser
 p : prozentuale Ungenauigkeit
 von b

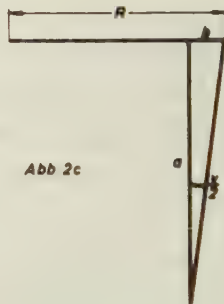


Abb 2c

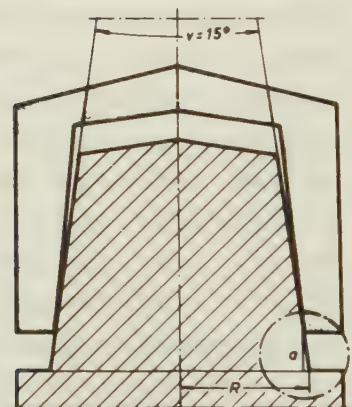


Abb 2b Klinische Ungenauigkeit bei doppelapproximaler Gußfüllung (Presspassung)

$$a = b \cdot \operatorname{ctg} \frac{v}{2}$$

$$b = \frac{p}{100} \cdot R$$

$$a = \frac{p}{100} \cdot R \cdot \operatorname{ctg} \frac{v}{2}$$

$$a - p$$

$$a - R$$

$$a - \operatorname{ctg} \frac{v}{2}$$

3) Präventive Extension

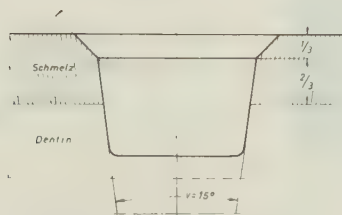
Die Ränder der Kavität müssen unter Beachtung der präventiven Extension präpariert werden. Bei occlusalen Defekten sind stets alle Fissuren aufzuziehen. Die approximalen Ränder der Füllung sind in vestibulo-oraler Sicht in die habituell sauberen Zonen zu legen. Der cervikale Rand soll als Stufe gestaltet werden und hat im Schutz der interdentalen Papille zu liegen.

4) Äußere Rundungen

An der äußeren Begrenzung der Kavität sind überall Rundungen anzustreben, um den präzisen Randschluß der Füllung an allen Stellen zu gewährleisten.

5) Federrand

Die Kavitätenränder sind im oberen Drittel des Schmelzes im Winkel von 45° anzuschrägen, um einen besseren Übergang von der Füllung zum Zahn zu erzielen und ein Absplittern von Schmelzprismen zu vermeiden. Die Berücksichtigung dieser Präparationsforderung ergibt beim Gußobjekt den sogenannten Federrand (Abb. 4) .



Die statischen Präparationsforderungen von H r u s k a (27) für zentrale Einfüllungen, die einen Abschrägungswinkel von 45° ab Schmelz-Dentin-Grenze vorsehen, sind abzulehnen. Wie S c h r a y (51) in seiner Erwiderung feststellte, fanden einerseits die anatomischen Zahnverhältnisse beim Schmelzprismenverlauf keine genügende Berücksichtigung, andererseits wurde die unterschiedliche Kompressibilität des " spröden " Schmelzes und des " elastischen " Dentins außer Acht gelassen.

6) Schneidekantenschutz

Pulpentote Zähne sind bei doppelapproximalen Füllungen stets für Kaukantenschutz zu präparieren, um einer Fraktur der Krone durch die dann besonders spröden Hartsubstanzen vorzubeugen.

7) Kontrolle der Präparation

Nach abgeschlossener Präparation und Zementunterfüllung



darf die Kavität keine untersehbaren Stellen mehr aufweisen. Um das zu überprüfen, empfiehlt H a r n d t (22), müssen von der Kavität aus der Einschubrichtung der Gußfüllung mit einem Auge, direkt oder indirekt mit Spiegel, sämtliche Kavitätenwände gleichzeitig bis zum Boden zu übersehen sein. (Abb. 5)

Abb. 5

Spiegelung einer Kavität

2. Wachsabdruck

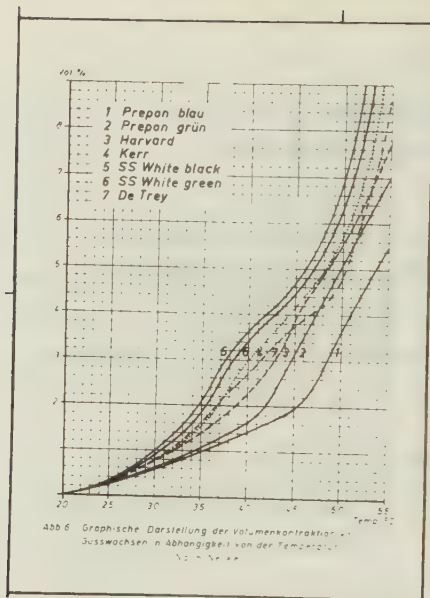
Die Verarbeitungsrichtlinien, die bei der Herstellung des Wachsabdruckes sowohl nach der direkten als auch der indirekten Technik zu berücksichtigen sind, ergeben sich aus den physikalischen Eigenschaften des Gußwachses. Es sind im wesentlichen das thermische Volumenverhalten, die elastische Rückstellungstendenz sowie die statische Inhomogenität des Gußwachses, die zu folgenden allgemeinen Verarbeitungsrichtlinien geführt haben:

1) Thermische Volumenkontraktion

Das Wachs ist bei Verknettemperatur zu verarbeiten (B e e c k (2), B o n s a c k (6), H e h r i n g (24) I l g (28) und R e h b e r g (48)), d.h. der Wachsabdruck soll durch Adaption des Gußwachses in die Kavität im plastischen Temperaturbereich gewonnen werden. Die oberflächliche Feingestalt des Wachsabdruckes soll durch Schaben modelliert werden. Auf keinen Fall ist das Wachs bis zum Schmelzpunkt zu erhitzen und der Wachsabdruck aus flüssigem Wachs zu gießen.

Als Begründung führt N e l k e (42) an:

Die volumetrischen Untersuchungen (Abb. 6) ergeben für ein Gußwachs im Durchschnitt eine Volumenabnahme von 7 Vol.% im Temperaturbereich zwischen $+ 55^{\circ}\text{C}$ und $+ 20^{\circ}\text{C}$. Die Volumenkontraktion von der durchschnittlichen Verknetungstemperatur ($+ 44,3^{\circ}\text{C}$) beträgt bei Zimmertemperatur ($+ 20^{\circ}\text{C}$) dagegen nur 3,6 Vol.%. Die Volumenkontraktion des Gußwachses kann also durch die plastische Verarbeitungsweise um die Hälfte reduziert



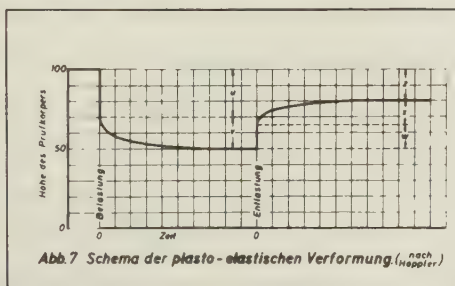
werden. Bei Verwendung von besten Gußwachssorten, z. B. Prepon grün, läßt sich der lineare Kontraktionswert sogar auf ca. 0,5 % senken.

2) Elastische Rückstellungstendenz

Es ist auf präzise Abformung der Kavität durch den Wachsabdruck zu achten. Das Wachs soll den Kavitätenwandungen überall ohne Spalt anliegen.

Die plastische Modellation des Wachsmodelles bringt mit dem Vorteil der geringen thermischen Volumenkontraktion gleichzeitig den Nachteil der elastischen Rückstellung nach der Verformung mit sich. F a l c k (15) hat diese folgendermaßen definiert: " Die Elastizität des Wachses ist seine Fähigkeit, nach Veränderung seiner Form die ursprüngliche Gestalt teilweise oder ganz wieder anzunehmen. "

Nach H ö p p l e r (26) (Abb. 7) findet bei plastoelastischer Verformung zunächst "eine spontane Kompression u statt, die dann in eine nachwirkende Kompression v übergeht.



Nach der Entlastung erfolgt eine spontane Rückfederung w, die in eine nachwirkende Rückfederung x ausklingt, so daß nur ein plastisch verformter Anteil z verbleibt".

5) Statische Inhomogenität

Der Wachsabdruck ist unmittelbar nach der Modellation und den vorbereitenden Einbettungsmaßnahmen einzubetten.

Aufgrund der plastischen Modellationstechnik und der Abkühlung des Wachsabdruckes auf Zimmertemperatur befindet sich das modellierte Gußwachs in einem Zustand der statischen Inhomogenität, d. h. es sind innere Spannungen vorhanden, die beim Ausgleich Verzerrungen herbeiführen.

Diese Aktivierung der inneren Spannungen und damit die Verzerrung des Wachsabdruckes erfolgt auch bei der sogenannten "Warmwasserexpansionsgußmethode" zum angeblichen Ausgleich der Gußwachs- und der späteren Gußkontraktion.

K i r s t e n (34), L a s a t e r (38) und M a v e s (40) lehnen wegen dieser statischen Inhomogenität eine nach-

trägliche Erwärmung des Wachsabdruckes grundsätzlich ab. Um auch den inneren Spannungen die Möglichkeit zu nehmen, durch längeren Zeiteinfluß aktiv zu werden, empfiehlt sich die sofortige Einbettung.

a) Wachsabdruck nach der direkten Methode

Bei den erschwerten Modellationsbedingungen am Patienten (schwierige Gestaltung der Kaufläche und des Kontaktpunktes) ist bei der direkten Technik außer der Beachtung der allgemeinen Gußwachsverarbeitungsrichtlinien nur noch ein Punkt von besonderem Interesse. Es handelt sich um die einwandfreie Entfernung des modellierten Wachsabdruckes aus der Kavität. Bei exakter Präparation bedarf es nach H a r n d t (22) keines besonderen Isolationsmittels für die Kavität, um das Wachsmodell ohne Verzerrungen zu entfernen. Ein Feuchtigkeitseilm des Speichels wirkt als Isolationsschicht.

b) Wachsabdruck nach der indirekten Methode

Die Modellation des Wachsmodelles auf einem Modell des Zahnes ist wesentlich einfacher. Es liegt allerdings auch im Prinzip dieser Methode, wie I l g (32) in seiner Untersuchung feststellte, daß der indirekte Wachsabdruck mit einem größeren Fehlergrad versehen ist. Einmal bringt der Kavitätenabdruck mit seiner mehr oder weniger großen Abdrucktreue (1.Negativ), zum anderen das Präparationsmodell (2.Positiv) zusätzliche Ungenauigkeiten für das Wachsmodell mit sich.

1. Kavitätenabdruck

Den höchsten Grad an Formtreue bringt noch immer die thermoplastische Abformung mit Hilfe von Kupferring und Kerrmasse, wie aus den Untersuchungen von I l g (30) hervorgeht. Seine Untersuchungen (Lastic 55) ergaben eine zusätzliche Verzerrungsungenauigkeit, die durch das altersmäßige Dimensionsverhalten des Kavitätenabdruckes bedingt ist. Lastic 55 als gummi-elastische Abdruckmasse ist für Gußfüllungsabdrücke abzulehnen.

2. Präparationsmodell

Um den höchsten Genauigkeitsgrad bei der Herstellung des Präparationsmodelles zu erzielen, wird von den meisten Autoren (D e g u s s a (9), I l g (32), K i r s t e n (34), M a t h é (39) und S c h w i n d l i n g (54) u.a.) das galvanische Verkupferungs- oder Versilberungsverfahren empfohlen. Als Nachteile sind nur die lange Herstellungszeit der elektrolytischen Metallschicht anzusehen sowie die Unfähigkeit des Abdruck-Materials für Stromleitung, so daß dieses erst oberflächlich elektrisch leitend gemacht werden muß.

Über das vor einiger Zeit herausgebrachte elektrisch leitende Abdruckmaterial (Electrographic Inlay Wax) einer amerikanischen Firma liegen noch keine Erfahrungsberichte vor, so daß diese Abdruckmasse im Rahmen dieser Arbeit nicht berücksichtigt wird.

3. Modellation

Die Modellation des Wachsabdruckes hat unter Berück-

sichtigung der allgemeinen Verarbeitungsrichtlinien für Gußwachs zu erfolgen. Als Isolationsmittel des Modellstumpfes sind Xynon, Kerr-Microfilm, Anticoll oder Isolit zu empfehlen. Öl und Vaseline sind für die Isolierung abzulehnen, da sie einerseits einen zu dicken Isolationsfilm ergeben, sich andererseits mit dem Gußwachs vereinigen und eine Verfälschung des Wachsabdruckes bewirken.

3. Vorbereitende Einbettungsmaßnahmen

Unter dem Ausdruck " vorbereitende Einbettungsmaßnahmen " sind alle diejenigen Maßnahmen zu verstehen, die mit dem Wachmodell nach seiner Modellation bis zum Einbetten vorgenommen werden. Es sind dabei Überlegungen über folgende Einzelmaßnahmen anzustellen:

- 1) Gußstiftstärke und -länge
- 2) Ansatzrichtung des Gußstiftes
- 3) Verlorener Kopf
- 4) Wachmodellentfettung
- 5) Form der Gußmulde
- 6) Lage des Wachmodelles im Gußzylinder
- 7) Gewährleistung der Einbettmassenexpansion im Gußzylinder aus Metall

Bei der Erörterung dieser Maßnahmen muß vorausgeschickt werden, daß die Einbettung des Wachmodells im Rahmen dieser Untersuchungen einzzeitig im Vakuum erfolgen soll, und daß bei der Gußtechnik die Degussa-Tiegelschleuder verwendet wird.

1) Gußstiftstärke und -länge

Da es sich bei der Degussa-Tiegelschleuder um eine Horizontalschleuder handelt, deren charakteristisches Prinzip im Schmelzen der Gußlegierung in einem getrennten Kohletiegel liegt, kann die Gußstiftstärke ohne weiteres über den Durchmesser von 1,5 mm hinaus gewählt werden. Dieser Durchmesser von 1,5 mm ist nur als verbindlich für diejenigen Gußmethoden anzusehen, bei denen die Gußlegierung in der Gußmulde selbst geschmolzen wird. Durch die Wahl dieses geringen Stiftdurchmessers wird ein vorzeitiges Eintropfen der Schmelze in die Hohlform vermieden.

D e g u s s a (8), L i c h n e r (11), K i r s t e n (34) und W a g n e r (58) geben die Stärke des zu wählenden Gußstiftes bei kleinen Objekten mit 2,5 mm Durchmesser bei Verwendung der Tiegelschleuder an. Es wird damit vermieden, daß die Schmelze beim Gießen durch ein zu klein gewähltes Kanallumen vorzeitig abgebremst wird.

Die Gußstiftlänge wird von den o. a. Autoren mit maximal 6 bis 7 mm angegeben, gerechnet vom Gußobjekt bis zur Gußmulde. Damit soll sichergestellt sein, daß die im Verhältnis zur Einbettmasse um mehrere 100° höher erhitzte Schmelze auf dem Wege zur Hohlform keinen großen Temperaturverlust erfährt.

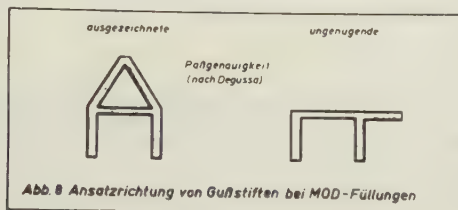
2) Ansatzrichtung des Gußstiftes

Beim Anbringen des Gußstiftes ist die Ansatzrichtung unbedingt zu beachten. Nach D e g u s s a (10) haben sich als allein gültig für das Anbringen von Gußkanälen folgende Regeln herausgestellt:

- " Die Gußkanäle müssen so angebracht werden, daß die Schmelze:
1. möglichst ohne schroffe Richtungsänderung in den Hohlraum einfließen kann;
 2. immer von dickeren Gußteilen zu dünneren fließt, nie umgekehrt;
 3. keine Teile der Einbettmasse absprengen kann. "

Die Untersuchungen von W e t t e r s t r ö m (62) und der D e g u s s a (10) über die Beeinflussung der Paßgenauigkeit von doppelapproximalen Füllungen durch die

Richtung des Gußkanales ergaben für zwei gekreuzte Gußkanäle am mesialen und distalen Schenkel der MOD-Füllung ausgezeichnete Paßgenauigkeitswerte, wobei die Spaltgröße bei 50 μ liegt. Die ungünstigsten Werte (185 μ) zeitigte das Anbringen eines Gußstiftes rechtwinklig zu einer Approximalfläche (Abb. 8).



3) Verlorener Kopf

Das Anbringen eines " verlorenen Kopfes " (Wachskugel) nahe der Ansatzstelle des Gußstiftes am Objekt dient der Ausschaltung der Lunkerbildung im Gußstück. Diese wird gewissermaßen aus dem Gußobjekt in den verlorenen Kopf verlagert. Somit wird die Lunkerbildung nicht vermieden, sondern nur in eine andere, unwichtige Stelle des Gußobjektes verlegt, so daß die jetzt durch die Metallkontraktion entstehenden Lunker bedeutungslos werden.

Das Gußstück saugt aus dem flüssigen Metallreservoir des verlorenen Kopfes beim Erstarren Schmelze nach. Das setzt jedoch eine gezielte Erstarrungsrichtung voraus, d. h. die Abkühlung muß am Boden des Gußzylinders beginnen und sich in Richtung der Gußmulde fortsetzen. Das wird durch den Kohletiegel der Tiegelschleuder, der die Wärme speichert, erzielt (Abb. 9).

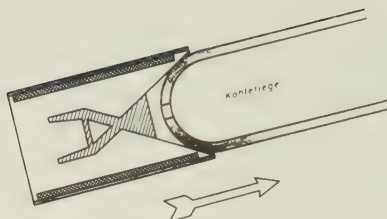


Abb.9 Erstarrungsrichtung der Schmelze

Weiterhin ist bei der Abkühlung und Erstarrung der Schmelze die spezifische Oberfläche (Quotient aus Oberfläche und Gewicht: cm^2/g) des verlorenen Kopfes zu berücksichtigen. Die spezifische Oberfläche und damit die Abkühlungsgeschwindigkeit des verlorenen Kopfes muß immer kleiner als die des Gußobjektes sein, sonst ist der verlorene Kopf nicht funktionsfähig.

Bei der Verwendung von 2,5 mm starken Gußstiften erübrigt sich das Anbringen eines verlorenen Kopfes, da der Gußkanal selbst ein genügendes Reservoir an flüssiger Schmelze enthält, und die spezifische Oberfläche kleiner als die des Gußobjektes ist. Bei Verwendung von 1,5 mm starken Gußstiften muß ein verlorener Kopf (Abb.10) entsprechend der folgenden Tabelle angebracht werden, um die Lunkerbildung zu vermeiden.



Abb.10 Gußstifttrichtung und „verlorener Kopf“ bei MO-Füllung

Gußobjekt	spez. Oberfl. in cm^2/g		Durchmesser des kugelig. verlorenen Kopfes	Gewicht des verlorenen Kopfes in % des Gußobj.
	des Guß- objektes	des verl. Kopfes		
Zentrale Füll.	1,32	1,25	3 mm	70 %
MOD	1,26	0,93	4 mm	34 %
1 mm Gußstift				
1,5 mm Ø	1,65	nach D e g u s s a		
2,0 mm Ø	1,25			

4) Wachsmodellentfettung

G r a s s l (20) hat die Wachsmodellentfettung zum Gegenstand eingehender Gußversuche gemacht. Er suchte die Frage zu klären, inwieweit die Benutzung von Netzmitteln (Verbindung mit einer lipophilen und einer hydrophilen Gruppe) zur Verringerung der auftretenden Gußperlen und Rauigkeiten beiträgt. Er kam zu dem Schluß, daß die Verwendung von Netzmitteln keine Verbesserung der Gußoberfläche zeitigt, wenn die Einbettung im Vakuum vorgenommen wird. Er folgert aus seinen Versuchen, daß die Netzmittel für die Oberflächenglätte des Gußstückes bei Vakuumeinbettung eine untergeordnete Rolle spielen. Auch K a l d e n (33) hat bei seinen Vakuumeinbettversuchen die nebensächliche Rolle der Netzmittel bestätigt.

Meiner Ansicht nach kann den Grassl'schen Versuchsergebnissen sogar entnommen werden, daß es nicht zweckmäßig ist, die Wachs Oberfläche bei Vakuumeinbettung zu entfetten. Einerseits bedeutet die Behandlung des Wachsmoделles mit Netzmitteln das Auftragen einer submikroskopischen Schicht,

denn die Benetzungsfähigkeit resultiert aus der Anlagerung von Molekülen des Netzmittels über die lipophile Gruppe, andererseits wird kein besseres Gußergebnis erzielt. Weiterhin ist es zu bedenken, daß viele Netzmittel einen niedrigen Siedepunkt aufweisen, so daß diese Verbindungen Verdunstungskälte erzeugen. Damit wird das Wachsmodell weiteren Temperaturschwankungen unterzogen.

5) Form der Gußmulde

Da die Einbettung des Wachsabdruckes im Vakuum erfolgen soll und dabei als Hilfsmittel ein Einbettgerät benutzt werden muß, ist über die Form der Gußmulde bereits jetzt zu entscheiden. Das Wachsmodell muß auf dem Einbettgerät befestigt werden, so daß also auch damit die spätere Form der Gußmulde festgelegt wird.

Die Gußmulde ist als Eingang zum Gußkanal anzusehen, deren Aufgabe darin besteht, dem Gußkanal die flüssige Schmelze ungehindert zuzuleiten. Diese Forderung der ungehinderten Zuleitung der flüssigen Gußlegierung erfüllt am besten die konische Form, d. h. die Gußmulde ist trichterförmig zu gestalten (Abb. 11).

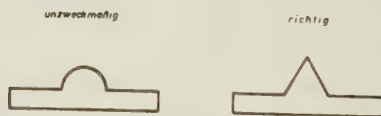


Abb 11 Form der Gußmulde beim Einbetten

Die flache Gestaltung der Gußmulde hat bei der Verwendung der Degussa-Tiegelschleuder zwei Nachteile:

1. Wenn der Ausflußkanal des Kohletiegels nicht mit dem Einflußkanal des Gußzylinders lagemäßig übereinstimmt, so entsteht durch diese Versetzung eine unnötige Bremsung der Schmelze beim Gußakt. Bei der trichterförmigen Gestaltung wird die Flußrichtung entsprechend leicht korrigiert.
2. Der Kohletiegel reicht fast bis zum Boden der flachen Gußmulde heran, so daß bei einem größeren Gußmetallüberschuß Schwierigkeiten bei der Entfernung des Kohletiegels auftreten.

6) Lage des Wachsmodelles im Gußzylinder

Die Forderungen bezüglich der Lage des Wachsmodelles im Gußzylinder müssen bereits beim Befestigen des Wachsmodelles auf dem Einbettgerät berücksichtigt werden.

1. Zentrale Lage

Das Wachsmodell soll im Gußzylinder eine zentrale Lage einnehmen. Damit werden eine gleichmäßige Abbindeexpansion und thermische Expansion der Einbettmasse ermöglicht.

2. Maximale Bodenhöhe

Die Entfernung des Wachsmodelles vom Boden des Gußzylinders soll ca. 6 mm betragen. Die Entfernung des zu gießenden Objektes vom Gußzylinderboden ist wichtig für das Entweichen der Luft aus der Einbettmassebohlform zum Zeitpunkt des Einschießens der Schmelze. Diese Luft muß durch die interkristallinen Porositäten der Einbettmasse entweichen, wenn kein gesonderter

Luftabzugskanal vorhanden ist. Liegt der Verdichtungsgrad der Einbettmasse zu hoch und ist außerdem der Luftabzugsweg durch die Einbettmasseporositäten zu lang, können Lufteinschlüsse und oberflächliche Eindellungen im Gußstück entstehen (K l a p p r o t h (35)).

7) Gewährleistung der Einbettmasseexpansion im Gußzylinder aus Metall

Um sowohl die Abbindeexpansion als auch die thermische Expansion der Einbettmasse zum Ausgleich der Gußkontraktion nicht durch den Metallring des Gußzylinders zu behindern, wenn nicht sogar unmöglich zu machen, wird allgemein die Auskleidung des Gußringes mit Asbest empfohlen. Damit wird eine ungehinderte Expansion der Einbettmasse gewährleistet (Abb. 12).

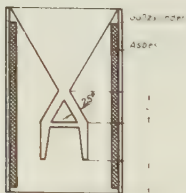


Abb 12 Lage des Wachsmodells
im mit Asbest ausgeklei-
ten Gußzylinder

4. Einbettmasse

In dem Maße, wie die Güte des verarbeiteten Gußwachses die Qualität des Wachsmodelles beeinflusst, beeinträchtigt die Art der zu verarbeitenden Einbettmasse die Formtreue der Einbettmassehohlform, dem 3. Positiv nach I 1 g (32).

Da die Einbettmasse zum Ausgleich der Gußkontraktion herangezogen wird, muß den physikalischen Angaben des Herstellers besondere Beachtung geschenkt werden. Es ist dabei vorauszusetzen, daß der Anlieferungszustand der Einbettmasse keinen Schwankungen unterliegt, so daß die Angaben über Abbindeexpansion und thermische Expansion immer der Qualität der Einbettmasse entsprechen.

Es ist bei den zahnärztlichen Gußlegierungen nach dem Guß bei Abkühlung vom Soliduspunkt bis auf Zimmertemperatur mit einem durchschnittlichen Schwindmaß von 1,5 bis 1,7 % linear zu rechnen. Der Ausgleich dieser Gußtraktion ist eines der Hauptanliegen beim zahnärztlichen Gußverfahren. Als der heutige optimale Ausgleichsweg wird die Kompensation durch die Gesamtexpansion der Einbettmasse angesehen. Dabei können folgende Kompensationsausmaße auftreten:

1. Überkompensation: das Gußstück ist gegenüber dem Wachsmodell zu groß, d. h. die Einbettmasseexpansion übertrifft die Gußkontraktion. Es liegt ein positiver Gußfehler vor, im Passungssystem wird er bei totaler Überkompensation als Preßpassung bezeichnet.
2. Absolute Kompensation: das Gußobjekt entspricht in seinen Abmessungen dem Wachsmodell, d.h. die Einbett-

masseexpansion gleicht der Gußkontraktion, damit wäre der Idealfall erreicht. Der Gußfehler würde ± 0 betragen. Im Passungssystem läge trotzdem eine Spielpassung vor, denn das Wachsmo-
dell war kleiner als die präparierte Kavität.

3. Unterkompensation: Das Gußobjekt ist gegenüber dem Wachsmo-
dell zu klein, d. h. die Einbettmasseexpansion gleicht die Gußkontraktion nicht völlig aus, das Defizit wird als Restkontraktion bezeichnet. Es liegt ein negativer Gußfehler vor, im Passungssystem ergibt sich eine größere Spielpassung als bei der absoluten Kompensation.

Bei der Einbettmasseexpansion muß zwischen Abbindeexpansion, das ist die Ausdehnung der Einbettmasse beim Abbindeprozeß des Gipsanteiles, und thermischer Expansion, das ist die Ausdehnung der Masse beim Vorwärmungsprozeß der Hohlform, unterschieden werden. Es erhebt sich die Frage, durch welche der beiden möglichen Expansionen soll der Hauptausgleich der Gußkontraktion vorgenommen werden. Die Einbettungsversuche von D r e y e r - J ö r g e n s e n (13) und K r ä u t l e (37) beantworten diese Frage dahingehend, daß die Abbindeexpansion der Einbettmasse eine das Wachsmo-
dell deformierende Expansion ist. Es ergibt sich also, die Abbindeexpansion so klein wie möglich zu halten und den Hauptausgleich durch die thermische Expansion vorzunehmen. Die Werte für die durch den Gipsanteil unumgängliche Abbindeexpansion liegen bei ca. 0,4 % linear, für die thermische Expansion bei ca. 1,2 % linear.

Für die Wahl einer Einbettmasse sind folgende Richtlinien zu beachten:

1. Die Abbindeexpansion soll möglichst gering sein, der Schwerpunkt des Kontraktionsausgleiches hat auf der thermischen Expansion zu liegen.
2. Der Abbindeprozeß des Gipsanteiles der Einbettmasse soll einen zeitlichen Spielraum für eine Vakuumeinbettung zulassen.
3. Die Herstellerfirma muß für eine gleichbleibende Qualität des Anlieferungszustandes und damit Einhaltung der physikalischen Werte garantieren.
4. Reduzierend wirkende Bestandteile einer Einbettmasse (Graphit) schließen die Verwendung von Gußlegierungen mit Silber-Palladium-Gehalt aus.

Die Verarbeitung der Einbettmasse hat in einem optimalen Wasser-Pulver-Verhältnis nach den Angaben des Herstellers zu erfolgen. Die Beachtung dieses Mischungsverhältnisses ist neben dem gleichbleibenden Anlieferungszustand der Hauptfaktor für die Konstanz der Expansionszahlenwerte. Es empfiehlt sich die Einhaltung dieses Mischungsverhältnisses zumindest mit Meßgefäßen wie bei der Kunststoff- und Alginatverarbeitung. Präziser ist jedoch eine Wägung der zu mischenden Bestandteile. Beim Anrühren der Einbettmasse ist wegen der Lufteinschlüsse im Wasser nur abgestandenes Wasser, besser destilliertes Wasser, von höchstens $+ 20^{\circ} \text{C}$ zu verwenden. Die Temperatur soll nicht höher gewählt werden, da bei der Evakuierung höher temperiertes Wasser einen niedrigeren

Siedepunkt hat. Auf gründliche Durchspachtelung der angerührten Einbettmasse ist zu achten, wobei das Anrühren ca. 1 bis 1 1/2 Minuten wegen des sonst beschleunigten Abbindeprozesses des Gipsanteiles nicht überschreiten soll.

5. Einbettmethode

Die Einbettmethode ist für die Oberflächenbeschaffenheit des Gußobjektes von entscheidender Bedeutung. Die Paßgenauigkeit und damit die Präzision des Gußstückes wird wesentlich durch Oberflächenrauigkeiten und Gußperlen beeinflusst. Das herkömmliche Einbettverfahren in Form der zweizeitigen Kerneinbettung konnte diese Oberflächenungenauigkeiten nicht restlos ausschalten. Trotz aller aufgewandten Sorgfalt bei der Entfettung des Wachsabdruckes mit Netzmitteln und bei der Einbettmassenverdichtung durch Pulver-Aufstäuben (Kerneinbettung) liessen sich Gußperlen nicht völlig vermeiden.

Anfang dieser fünfziger Jahre begann sich auch die in den USA entwickelte Vakuumeinbettung in Deutschland durchzusetzen. Die in fast unübersehbarer Fülle vorliegenden Arbeiten (B e e c k (2), E i c h n e r (11), G r a s s l (20), K a l d e n (33), H e h r i n g (24, 25), K r ä u t l e (37), O e s c h g e r (43), O v e r d i e c k (44), S c h w i n d l i n g (52) u. a.) über die Vakuumeinbettung geben alle einhellig der Meinung Ausdruck, daß das Vakuum-Einbettverfahren für die Einbettungstechnik einen Fortschritt darstelle. Durch die Entwicklung entsprechender Geräte wurde die Methode für die Verhältnisse in zahntechnischen Laboratorien wirtschaftlich tragbar.

Das Prinzip der Vakuum-Einbettung liegt in der Evakuierung der Luft aus der in den Gußzylinder eingebrachten, angerührten Einbettmasse. Das erforderliche Vakuum muß etwa 12 bis 16 Torr ($1 \text{ T} = 1 \text{ mm Hg}$) betragen. Die in der

Einbettmasse eingeschlossenen Luftblasen nehmen bei 12 Torr nach dem Boyle-Maiotte'schen Gesetz ein um das 50 fache vergrößerte Volumen als bei 760 Torr ein. Durch den gleichzeitigen Betrieb eines Rüttlers während der Evakuierung steigen die vergrößerten Luftblasen an die Oberfläche der Einbettmasse. Bei Ventilation des Vakuums fällt die noch aufgeschäumte Einbettmasse zusammen, sie wird verdichtet und an das Wachsmo-
 dell angepreßt.

Die von der Industrie hergestellten Apparate arbeiten nach diesem Prinzip. Sie bestehen aus Rüttler, einer durchsichtigen Glocke für das Vakuum und einer Pumpe zur Evakuierung der Luft (Abb. 13).

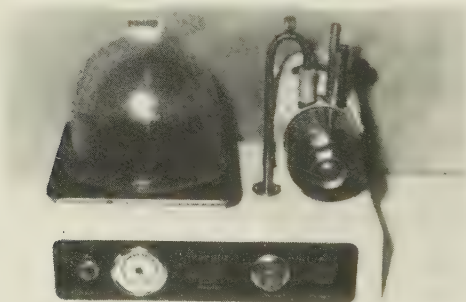


Abb. 13:
 Vakuum-Einbettgerät
 der Firma Pfeiffer

Die von S c h e u (50) entwickelte Methode der hygroskopischen Einbettung (nachträgliche Wasserzufuhr zu der noch nicht abge bundenen Einbettmasse) ist aufgrund der Ausführungen von B e e c k (2) über die Eindringtiefe von Methylenblau- Rosinlösungen in die Einbettmasse abzulehnen. Er stellte fest: " daß eine gleichmäßige Durchdringung der noch nicht abge bundenen Einbettmasse durch das nachträglich zugeführte Wasser nicht erfolgt. Damit kann die Einbettmasse auch nicht gleichmäßig hygroskopisch expandieren. "

6. Wachsaustreibung

Die " klassische Methode " des Gußwachs-Ausbrennens aus der Einbettmassehohlform ist nicht als eine Wachsaustreibung im eigentlichen Sinne des Wortes zu bezeichnen. Es handelt sich vielmehr um ein Verbrennen des Waxes in der Hohlform, wobei mehr oder weniger große Verbrennungsrückstände je nach der Wachsqualität entstehen. Den Untersuchungen von N e l k e (42) zufolge sind diese Veraschungsprodukte bei den heute meist verwendeten Prepon-Gußwachsen kleiner als 0,01 Gewichtsprocente. F a l c k (15) hält eine Auswirkung dieser Rückstände auf die Oberflächen-glätte des Gußstückes für gegeben.

Diese Verbrennungsrückstände des Gußwaxes mit ihrer denkbaren Auswirkung auf die Oberflächenrauigkeit des Gußobjektes haben zu einer anderen Form der Wachs Entfernung geführt (H e h r i n g (24, 25), K l a p p r o t h (35)). Dabei handelt es sich um eine Austreibung des Waxes aus der Einbettmassehohlform:

Etwa eine Stunde nach der Einbettung wird der Gußzylinder einer gleichmäßigen Temperatur von + 300° C im Elektroofen für 30 Minuten ausgesetzt.

Das zu diesem Zeitpunkt in der Einbettmasse noch vorhandene interkristalline Wasser drückt das Gußwachs aufgrund der Temperatureinwirkung aus der Hohlform durch den Gußkanal in die Gußmulde. Es übernimmt gewissermaßen eine Vehikelfunktion. Durch diese Wachsaustreibung mit Hilfe des interkristallinen Wassers sind die Verbrennungs-

rückstände durch noch verbliebenes Gußwachs auf ein Minimum reduziert. Anders verhält es sich, wenn die Wachs austreibung erst zu einem späteren Zeitpunkt nach der Einbettung vorgenommen wird. Dann ist das interkristalline Wasser größtenteils verdunstet, d. h. die Einbettmasse ist ausgetrocknet. Eine sich jetzt anschließende Wärmebehandlung kann das Wachs aufgrund des fehlenden Wassergehaltes nicht mehr austreiben, sondern das Wachs diffundiert in die umgebenden Einbettmassenwandungen und verkohlt.

7. Vorwärmen

Die metallographischen Zustandsbilder (Homogenität, feinkristalline Struktur) einer Gußlegierung werden entscheidend durch die Art und Höhe der Vorwärmung beeinflusst.

Um eine gleichmäßige Temperierung der Einbettmasse zu gewährleisten, muß ein regelbarer Elektroofen benutzt werden. Das direkte Erwärmen mit der Gasflamme ist aus verschiedenen Gründen abzulehnen. Einerseits unterliegt die Durchwärmung der Einbettmasse-hohlform durch eine Gasflamme zu großen lagebedingten Schwankungen, andererseits ist eine Überwärmung von Einbettmasse-teilen mit den sich daraus ergebenden Schwefelschädigungen der Guß-legierung nicht auszuschließen.

Durch den regelbaren Elektroofen ist die Höhe der Temperatur genau festzulegen. Es ist damit für jeden Guß sichergestellt, daß die Einbettmasse-hohlform auf eine optimale Vorwärmtemperatur bei einer 30 minütigen Einwirkung erwärmt wurde.

8. Gußtechnik

Im gleichen Umfang wie bei der Abhandlung des Vakuum-Einbett-Prinzipes liegen Veröffentlichungen, z. T. der gleichen Autoren, über die Gußtechnik mit der Degussa-Tiegelschleuder vor. Es wird darin allseitig die Meinung vertreten, daß mit der Existenz einer in Deutschland wirtschaftlich tragbaren Tiegelschleuder die herkömmlichen Gußmethoden im zahnärztlichen Edelmetallgußverfahren als überholt zu betrachten sind. Den besten Einblick in die Vorzüge der Tiegelschleuder bietet ein Vergleich zwischen einem herkömmlichen Gußverfahren und der Gußtechnik mit der Tiegelschleuder.

Prinzip der Handschleuder-Gußtechnik:

Schmelzen der Gußlegierung mit Hilfe einer Gasflamme in der Gußmulde des vorgewärmten Gußzylinders.

Eintreiben der Schmelze in die erkaltende Einbettmasse-hohlform mittels Zentrifugalkraft der vertikal kreisenden Handschleuder.

Prinzip der Degussa-Tiegelschleuder-Gußtechnik:

Schmelzen der Gußlegierung mit Hilfe einer Gasflamme oder eines elektrischen Schmelzofens in einem Kohle-tiegel ohne Anwesenheit des vorgewärmten Gußzylinders.

Eintreiben der Schmelze in die genau vorgewärmte Einbettmasse-hohlform mittels Zentrifugalkraft der horizontal kreisenden Tiegelschleuder.



Abb. 14 :

Degussa-Tiegelschleuder
mit elektrischer
Schmelzvorrichtung

Vergleich der Gußtechnik mit

H a n d s c h l e u d e r

T i e g e l s c h l e u d e r (Abb.14)

1. Direkte Schmelzung der Guß-
legierung in oxydierender
Atmosphäre in der Gußmulde
unter Zuhilfenahme eines
Flußmittels.

Mögliche Gasaufnahme der
Schmelze.

Mögliche Überwärmung der
Schmelze.

Indirekte Schmelzung der Guß-
legierung in reduzierender At-
mosphäre in einem Kohletiegel
ohne Anwesenheit des Gußzylin-
ders und ohne Flußmittel.

Keine Gasaufnahme der
Schmelze.

Erschwerte Überwärmung der
Schmelze.

2. Sehr große Gußverzugszeit
durch Schmelzen in der Guß-
mulde und damit keine maxi-
male thermische Expansion
der Einbettmasse.

Großer zeitlicher Zwischen-
raum zwischen Entnahme aus
dem Vorwärmeofen und dem
Eintreiben der Schmelze.

Minimale Gußverzugszeit durch
Schmelzen im Kohletiegel und
damit maximale thermische Ex-
pansion der Einbettmasse.

Entnahme erst zur Durchführung
des eigentlichen Gießens.

- | | |
|--|---|
| <p>3. <u>Ungezielte</u> Erstarrungsrichtung der Schmelze, am Gußkegel beginnend.</p> | <p><u>Gezielte</u> Erstarrungsrichtung der Schmelze, am Gußobjekt beginnend.</p> |
| <p>4. <u>Maximaler</u> Durchmesser der Gußkanäle 1,5 mm.
Verlorener Kopf immer erforderlich.</p> | <p><u>Beliebig großer</u> Durchmesser der Gußkanäle.
Ab 2,5 mm $\varnothing$ entfällt verllorener Kopf.</p> |
| <p>5. <u>Unkontrollierbarer</u> Gußanddruck beim Eintreiben der Schmelze durch Muskelkraft.</p> | <p><u>Regulierbarer</u> Gußanddruck durch einstellbare Federkraft zum Eintreiben der Schmelze.</p> |
| <p>6. <u>Unkontrollierbare</u> Wärmezufuhr durch unterschiedliche Temperaturen der Gasflamme.</p> | <p>Nur bei einer Verwendung des elektrischen Schmelzofens:
<u>Regulierbare</u> Wärmezufuhr durch elektrische Beheizung.</p> |

Der Vergleich spricht so offensichtlich zugunsten der Tiegelschleuder, daß sich damit eine weitere Erörterung erübrigt.

9. Abkühlung, Ausbettung, Abbeizung

Die Abkühlung des Gußzylinders soll nach der Entnahme aus der Tiegelschleuder von selbst erfolgen. Der Gußzylinder darf nicht im Wasser abgeschreckt werden, denn durch die plötzliche und ungleichmäßige Abkühlung kann sich das Gußobjekt verziehen.

Bei vergütbaren Legierungen erfolgt die Aushärtung der Gußlegierung durch die langsame Abkühlung auf Zimmertemperatur.

Die Ausbettung wird durch Erweichen der Einbettmasse im Wasserbad sehr erleichtert, so daß zur Reinigung des Gußobjektes lediglich eine harte Bürste benötigt wird. Harte Einbettmassen lassen sich jedoch nur durch wiederholtes Abbeizen und anschließendes Abbürsten vom Gußobjekt entfernen.

Das Abbeizen des Gußstückes soll für 10 Minuten in erhitzter, nicht kochender 10 %iger Schwefelsäure vorgenommen werden. Bei der Entnahme des gegossenen Objektes aus der Säure dürfen wegen des sonst entstehenden Unedelmetallniederschlages keine Metallpinzetten verwandt werden.

C. Ermittlung der klinischen Ungenauigkeit bei Gußfüllungen an einzelnen Meßstellen

1. Versuchsplanung

Vorbemerkungen:

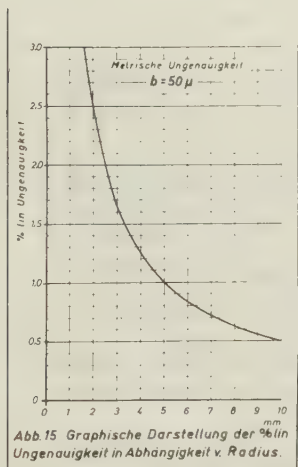
Das Hauptgewicht dieser Arbeit liegt entsprechend der Thematik auf der klinischen Präzision oder anders ausgedrückt auf der klinischen Ungenauigkeit. Als Maßausdruck der Präzision kann die Paßgenauigkeit der gegossenen Einlagefüllung herangezogen werden. Diese Paßgenauigkeit äußert sich in der Spaltbreite zwischen Zahnhartsubstanz und Gußfüllung sowie in freiliegender Präparationsfläche (Abb. 16). Letztlich ist jedoch nur der Randschluß der polierten Gußfüllung von Bedeutung. Um die in der Einleitung angeführten 5 Einzelfragen der Aufgabestellung beantworten zu können, müssen Gußfüllungen nach dem optimalen Stand des zahnärztlichen Edelmetallgußverfahrens hergestellt werden. Dabei sind alle Faktoren des Gußprozesses konstant zu halten. Zulässig ist nur eine Variierung der Versuchsbedingungen bei den Wachsabdrücken der Gußfüllungen und bei den Gußlegierungen.

Im Gegensatz zu der Bestimmung der klinischen Ungenauigkeit durch Inspektion und instrumentelle Palpation hat nur die Messung als objektive Methode wissenschaftliche Beweiskraft. Die Messung der klinischen Ungenauigkeit läßt sich jedoch nicht intraoral durchführen. Einerseits verhindern technische Unzulänglichkeiten einen intraoralen Meßvorgang, andererseits

lassen anatomische Gegebenheiten eine allseitige Messung nicht zu. Es kommt demnach nur ein extraoraler Meßvorgang in Frage.

Somit bietet sich die Untersuchung der Gußfüllungen auf extrahierten Zähnen an. Da aber Form und Größe von menschlichen Zähnen einer Schwankungsbreite von mehreren Millimetern unterliegen, lassen sich exakt selbst bei gleichen Gußfüllungstypen keine Betrachtungen anstellen.

Die ausreichende, klinische Präzision von Gußfüllungen wird mit einer Spaltbreite von höchstens 50 μ angegeben. Diese 50 μ gelten sowohl für kleine als auch für große Gußstücke, d. h. bei Vergrößerung des Gußobjektes verkleinert sich die erlaubte Gußungenauigkeit. Bei einer Bezugsstrecke von 5 mm entsprechen 50 μ einer Ungenauigkeit von 0,83 % lin. usw. (Abb. 15).



Die Größe der Gußfüllung (R) verhält sich zur erlaubten Gußungenauigkeit (p) umgekehrt proportional, d. h. je größer die Füllung, desto kleiner die erlaubte Gußungenauigkeit (Abb. 2 c).

$$b = \frac{p}{100} \cdot R$$

$$R = \frac{100 \cdot b}{p}$$

$$R \sim \frac{1}{p}$$

Aus diesem Grunde sollte wegen der größenmäßigen Schwankungsbreite der extrahierten Zähne von ihrer Verwendung für die praktischen Gußversuche Abstand genommen werden. Es sind vielmehr für die Gußfüllungstechnik Phantomzähne aus Kunststoff (Frasaco) angezeigt, da sie sich in Form und Größe gleichen. Unterschiede in Bezug auf die klinische Ungenauigkeit werden sich nicht ergeben, wenn anstelle eines natürlichen Zahnes ein Frasaco-Zahn benutzt wird.

Mit einem Nachteil sind Kunststoffzähne allerdings behaftet: Das Anpolieren der Gußfüllungsgränder kann auf ihnen nicht untersucht werden, da der Kunststoff nicht die Härte des natürlichen Zahnes aufweist. Um die 5. Teilfrage der Aufgabestellung beantworten zu können, müssen also Sonderversuche auf natürlichen, extrahierten Zähnen durchgeführt werden.

Spezielle Versuchsplanung

Aus den Vorbemerkungen läßt sich bereits folgende Versuchsplanung entnehmen:

1. a) Verwendung von Phantomzähnen aus Kunststoff für die Kavitätenpräparation bei Reihenversuchen.
b) Verwendung von natürlichen Zähnen für die Kavitätenpräparation bei Sonderversuchen.
2. Optimale Konstanterhaltung aller den Gußprozeß beeinflussenden Faktoren.
 - a) Variierung der Gußlegierungen und damit der Härtegrade.

- b) Variierung der Wachsabdrücke der Gußfüllungen
 - 1) nach Typen
 - 2) nach direkter oder indirekter Herstellung.
- 3. Objektive Messung der klinischen Ungenauigkeit an bestimmten Meßstellen.
 - a) der polierten Gußfüllungen der Reihenversuche
 - b) der verschieden bearbeiteten Gußfüllungen der Sonderversuche,

Die Absätze 2b sowie 3a und 3b erfordern noch eine eingehendere Besprechung:

Zu 2. b): Um eine allgemeine Variierung der Wachsabdrücke der Gußfüllungen durchzuführen, müssen die hauptsächlichen Gußfüllungstypen der gebräuchlichen klinischen Praxis berücksichtigt werden. Somit sind occlusale (O), mesio-occlusale (MO) sowie mesio-occluso-distale (MOD) Füllungen, letztere mit und ohne Kaukanten-schutz, in die Untersuchungen einzubeziehen. Der O-Füllungstyp wird klinisch in der Regel nach der " direkten Methode ", der MOD-Typ nur nach der " indirekten Methode ", der MO-Füllungstyp wird dagegen nach beiden Abformverfahren hergestellt. Bei gleichzeitiger Variierung der Gußlegierungen aus der Degulor-Reihe ergibt sich also für die Reihenversuche folgendes Schema:

Reihenversuche:

Zahl der anzufertigenden Gußfüllungen auf Frasaco-Zähnen

Es werden für jeden Füllungstyp 5 Kavitäten präpariert, deren Füllungen jeweils mit den verschiedenen Gußlegierungen kombiniert werden. Es ergeben sich somit 85 Füllungen.

Füllungstyp	<u>occlusal</u>	<u>mesio-occlusal</u>	<u>mesio-occluso-distal</u>		
Methode	direkt	direkt	indirekt	indirekt	
Legierungsart				Kaukantenschutz	
				mit	ohne
Deg. A	5	5	5	5	5
Deg. B	5	5	5	5	5
Deg. M	5	5	5	5	5
Deg. MO	-	-	-	5	5

Sonderversuche zur 5. Teilfrage:

Zahl der anzufertigenden Gußfüllungen auf extrahierten Zähnen

Für die Sonderversuche zur Bestimmung der klinischen Ungenauigkeit nach dem " Anpolieren " der Gußfüllungsänder sind lediglich die Anfangsmessungen sowie die Härte der Gußlegierung von Bedeutung. Es entfällt die Variierung der indirekten und direkten Methode. Als Füllungstyp wurden nur ein- und zweiflächige Kavitäten berücksichtigt. Es ergeben sich somit 20 Füllungen.

Legierungsart	Füllungen
Deg. A	5
Deg. B	5
Deg. M	5
Deg. MO	5

Messungen müssen dabei in folgenden Bearbeitungsphasen vorgenommen werden:

- I. gegossen
- II. poliert und zementiert
- III. anpoliert

Zu 3. a): Für die Bestimmung des Mittelwertes der klinischen Ungenauigkeit ist es von Interesse, ob an den äußeren Übergängen unterschiedliche Ungenauigkeiten an den verschiedenen Gußfüllungsflächen auftreten. Ergeben sich z. B. für den öcclusalen Bereich andere klinische Ungenauigkeiten als für den cervical-interdentalen Übergang?

Es sind daher bei den Reihenversuchen Messungen durchzuführen, die die klinische Ungenauigkeit der verschiedenen Gußfüllungstypen an folgenden Übergängen erfassen:

- 1. occlusal
- 2. a) oro- und vestibulo-approximal
 - b) Kaukantenschutz
- 3. cervical-interdental

Zu 3. b): Bei der Bestimmung des Mittelwertes der klinischen Ungenauigkeit bei den Sonderversuchen liegt das besondere Interesse auf den Meßwerten vor und nach dem Anpolieren (Phasendifferenz). Hierbei ist eine Unterscheidung der verschiedenen Füllungsflächen bei der Messung nicht notwendig. Ergibt dieser Versuch des Anpolierens der Füllungsänder

bei den verschiedenen Gußlegierungen geringere klinische Ungenauigkeiten, so ist diese Möglichkeit an allen Stellen gegeben. Für den klinischen Gebrauch scheidet allerdings ein Anpolieren im interdentalen Bereich aufgrund der topographischen Zahnverhältnisse aus.

Der Einfluß auf die klinische Ungenauigkeit durch die Zementierung der Einlagefüllung mittels Phosphatzement ergibt sich bereits aus der Differenz der Mittelwerte vor und nach dem Einzementieren. Die zu erwartenden Werte nach der Zementierung werden ungünstiger ausfallen, bedingt durch Körnung des Zementpulvers und Viskosität des angemischten Zementbreies. Zur Klärung der 5. Teilfrage ist also die Meßdifferenz zwischen den Bearbeitungsphasen " Zementiert " und " Anpoliert " maßgebend.

2. Versuchsanordnung

Vorbemerkungen

Sämtliche Gußfüllungen wurden nach dem optimalen Stand des zahnärztlichen Edelmetallgußverfahrens hergestellt, entsprechend der vorangegangenen Darstellung dieses Verfahrens. Es sind nur die verwendeten Apparate und Materialien aufzuzählen und entsprechende Zeitangaben zu machen.

1) Präparation

Als Phantomzahn für die Reihenversuche gelangten Frasaco-Kunststoffzähne 67 zur Verwendung, für die Sonderversuche extrahierte natürliche Zähne aus dem Molarenbereich. Durch unterschiedlichen Kariesbefall mußten diese mit Phosphat-Unterfüllungen (Harvard, schnellhärtend) versehen werden.

Die Präparation der Kavitäten mit entsprechender Randglättung erfolgte im höchsttourigen Bereich mit DZ-Kavitäten-Diamanten im Borden Airotor, im normaltourigen Bereich mit Horico-Kavitäten-Diamanten für Winkelstück mit Herident-Bohrmaschine.

2) Wachsabdruck

Als Gußmodellierwachs ist Bayer - Prepon grün in die Kavität eingedrückt und nur durch Schaben modelliert worden. Mehrflächige Wachsabdrücke wurden dabei unter Zuhilfenahme von Matrizenbändern aufgebaut. Als Isolationsmittel wurde Anticoll (Firma Wilde) aufgepinselt und ausgeblasen. Für die indirekte Technik kamen weiche

Kupferringe mit Kerrmasse zur Verwendung, die anschließend galvanisch versilbert wurden. Elektrische Leitfähigkeit wurde durch Galvo-Spray (Firma Detax-Dental) erzielt. Die Versilberung erfolgte durch eine Galvanisieranlage der Firma Mihm-Vogt in einem Versilberungsbad der Firma Degussa (Silberdoppelsalz, 30 %) entsprechend deren Arbeitsanleitungen. Als Stumpfmaterial der galvanisierten Abdrücke gelangte Hartgips (Velmix-Stone der Firma Kerr) zur Verwendung.

3) Vorbereitende Einbettungsmaßnahmen

Der Gußstiftdurchmesser beträgt 2,5 mm, so daß auf den " verlorenen Kopf " verzichtet wurde, ebenso wie auf die Entfettung des Wachsmodelles. Beim Degussa-Einbettgerät wurde die trichterförmige Ausführung gewählt unter Verwendung von zunderfesten Gußzylindern (3 cm Durchmesser) mit 1 mm dicker Asbestpappe-Auskleidung. Der Gußzylinder wurde weiterhin für das spätere Aufschäumen des Einbettmassebreies im Vakuum mit einer Gummimanschette bestückt.

4) Einbettmasse

Für alle Einbettungen gelangte die Einbettungsmasse Kompens (Firma Dentaaurum) zur Verwendung (Angaben des Herstellers):

Abbindeexpansion: 0,32 % linear

Thermische Expansion: 1,20 % linear

Das Mischungsverhältnis betrug 100 Gewichtsteile Einbettungsmasse zu 36 Gewichtsteilen destilliertes Wasser mittels Wägung.

5) Einbettmethode

Alle Einbettungen wurden nach dem Vakuum-Einbett-Verfahren unter Verwendung des Vakuum-Einbettgerätes Vakulit I der Firma Pfeiffer durchgeführt. Das zur gründlichen Entgasung der Einbettmasse erforderliche Vakuum von ca. 15 Torr wurde nach ca. 80 sec. erreicht.

6) Wachsaustreibung

Die Elimination des Gußwachses wurde 1^h nach der Einbettung im elektrischen Wärmeofen bei konstanter Temperatur von + 300° C für 40 min. vorgenommen.

7) Vorwärmen

Die Vorwärmung der Einbettmassehohlform erfolgte sofort nach der Wachsaustreibung im elektrischen Vorwärmeofen bei konstanter Temperatur von + 700° C für 30 min. Die Einbringung des Gußzylinders erfolgte bei + 500° C. Die Temperatur wurde dann auf + 700° C gesteigert und für die o. a. Zeit gehalten.

8) Gußtechnik

Zu allen Güssen wurde die Degussa-Tiegelschleuder mit elektrischer Schmelzvorrichtung benutzt. Anheizzeit des Schmelzofens und Vorwärmung des Kohletiegels ohne Gußgut wurden eingehalten. Das eigentliche Schmelzen des Gußgutes erfolgte unter optischer Kontrolle zur Vermeidung von Überwärmung. Nach Auftreten der Oberflächen spiegung der Schmelze wurde ca. 5 sec. weiter erwärmt und dann der Guß durchgeführt.

Als Gußgut kamen nur Legierungen aus der Degulorreihe zur Verwendung. Die Daten sind Angaben der Firma Degussa:

Legierung Schmelzintervall Brinellhärte Fließgrenze Dehnung

	°C	kg/ mm ²		kg/ mm ²		%	
		w	v	w	v	w	v
Degulor A	1080 - 1030	40	-	6	-	35	-
Degulor B	1040 - 960	82	-	21	-	35	-
Degulor M	970 - 900	145	220	38	70	34	20
Degulor MO	990 - 900	175	260	48	87	34	10

w = weich v = vergütet Lineares Schwindmaß 1,5 % - 1,6 %

9) Abkühlen, Ausbetten, Abbeizen

Nach Selbstauslauf der Tiegelschleuder wurde der Gußzylinder von der Schmelzvorrichtung getrennt und kühlte langsam auf Raumtemperatur ab. Dann erst erfolgte zum leichteren Ausbetten eine Erweichung der Einbettmasse mittels Wasserbad. Die verbliebenen Einbettmasseeteilchen ließen sich mit mittelharter Bürste entfernen. Daran schloß sich eine 10 Minuten dauernde Abbeizung in 10prozentiger heißer Schwefelsäure an.

10) Ausarbeiten und Polieren

Die Trennung des Gußobjektes vom Gußkegel wurde mittels Metallsäge vorgenommen. Die Ausarbeitung der coronalen Füllungsoberfläche erfolgte mit Karborundsteinchen, Fissurenbohrern und Aaba-Gummipolierern für Handstück mit einem Kavo-Technikmotor. Die Kavitäten-Füllungsoberfläche blieb unbearbeitet. Die Politur wurde mit gelber Vorpolierpaste (Firma Degussa) und montierter Bürste einge-

leitet, mit grüner Polierpaste (Firma Degussa) und montiertem Schwabbel vollendet. Sämtliche Bearbeitungsphasen an allen Gußfüllungen erfolgten unter Einbettung des Gußobjektes in schnellhärtendes Autopolymerisat (Paladur, Firma Kulzer), um die Randbearbeitung so schonend wie möglich vorzunehmen.

11) Zementieren

Das Zementieren der Füllungen der Sonderversuche wurde mit Phosphatzement (Harvard, schnellhärtend) vorgenommen. Der angemischte Zementbrei hatte eine dünnsahnige Konsistenz. Der Zementüberschuß wurde erst nach Erhärtung abgesprengt.

12) Anpolieren

Das sogenannte " Anpolieren " erfolgte nur mit Schlagpolierern im normaltourigen Bereich, und zwar immer von der Gußfüllungsmitte ausgehend in Richtung Zahnrand bei entsprechendem Rechts- bzw. Linkslauf der Bohrmaschine. Das bedeutet, daß die Schlagrichtung immer eine Streckung der Gußlegierung des Füllungsrandes in Richtung zum Zahn bewirkte. Auf Nachpolieren mit Gummipolierern wurde verzichtet, da die klinische Praxis aufgrund topographischer Verhältnisse dieses bei stark gewölbten Kauflächen und im Approximalraum auch nicht zuläßt.

3. Prinzip der meßtechnischen Bestimmung der klinischen Ungenauigkeit durch Meßmikroskop

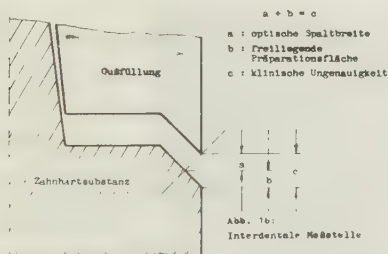
1) Meßmikroskop

Die Messungen der klinischen Ungenauigkeit wurden mit einem Meßmikroskop O-50 der Firma Carl Zeiss vorgenommen. Die Vergrößerung ist 30 fach, der Sehfeld-durchmesser am Objekt beträgt 7 mm, der Objektabstand ca. 58 mm. Die Meßergebnisse liegen in 1/100 mm vor. Es wurde mit Auflicht von links gemessen mittels jeweiliger Ausleuchtung des Spaltes durch Drehung des Objektes in Lichteinfallerichtung. Angeschliffene, freiliegende Präparationsstellen wurden durch Metallisierung mittels Galvo-Spray sichtbar gemacht. Gußfüllungen in Kavitäten, die nur auf den galvanisierten Stumpfmodellen gemessen wurden, zeigten bereits freiliegende Präparationsflächen ohne Galvo-Spray-Metallisierung an.

Beispiele für die Reihenversuche

Abb. 16, Abb. 17a und Abb. 17b zeigen das Prinzip dieser meßtechnischen Bestimmung bei den Reihenversuchen. Es handelt sich um eine direkte Gußfüllung (poliert, nicht zementiert) auf einem natürlichen Zahn $\sqrt{6}$. Die Kavität liegt mesio-occlusal, als Gußlegierung wurde Degulor M verwendet. Der Abbildungsmaßstab ist in diesem Fall 9,5 fach (1 mm Foto = 105 μ Objekt) und 16 fach (1 mm Foto = 63 μ Objekt). Es erfolgte keine fotografische Vergrößerung (Kontaktabzug).

Es sind jeweils der Gußfüllungsspalt und der Reflektionsstreifen der freiliegenden Präparationsfläche zu erkennen (Abb. 16). Die gesamte Länge zwischen Gußfüllungsrand und Präparationsaußenkante bildet die zu messende klinische Ungenauigkeit. Demnach besteht die klinische Ungenauigkeit aus optischer Spaltbreite und freiliegende Präparationsfläche.



Die Messung der Fotografien und des Objektes mittels Meßmikroskop zeitigte folgende Ergebnisse:

Klinische Ungenauigkeit: Messung 160

zu Abb. 17a

= 1,6 mm Foto

= 1,6 x 105

entspricht 168 μ am Objekt

Klinische Ungenauigkeit: Messung 255

zu Abb. 17b

= 2,55 mm Foto

= 2,55 x 63

entspricht 160,6 μ am Objekt

Klinische Ungenauigkeit: Messung 16

Objektmessung

ergibt 160 μ am Objekt

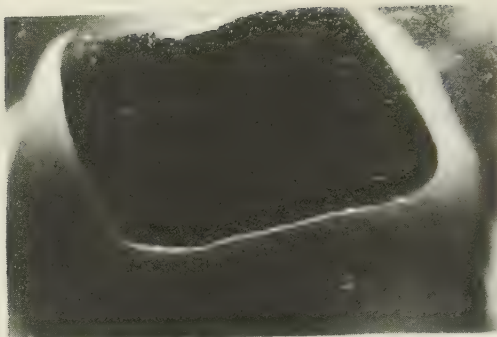


Abb. 17 a
Mesialansicht
einer Gußfüllung
Vergrößerung
9,5 mal

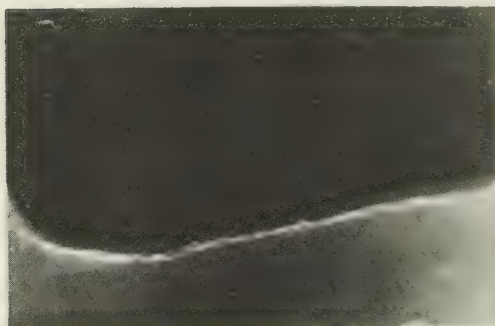


Abb. 17 b
Mesialansicht
einer Gußfüllung
Vergrößerung
16 mal

Beispiel für die Sonderversuche

Abb. 18, Abb. 19 und Abb. 20 zeigen das Prinzip der meß-
technischen Bestimmung bei den Sonderversuchen. Es handelt
sich um eine direkte Gußfüllung in den Bearbeitungsphasen
" gegossen, poliert und zementiert, sowie anpoliert "
auf einem natürlichen Zahn $\overline{67}$. Die Kavität liegt mesio-
occlusal, die Abbildungen zeigen die interdentalle Mitte.
Der Abbildungsmaßstab ist 40 fach (1 mm Foto = 25 μ
Objekt). Es erfolgte keine fotografische Vergrößerung
(Kontaktabzug).

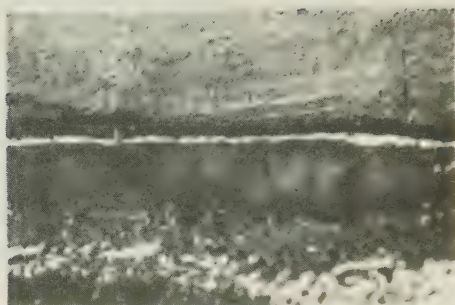


Abb. 18: Gußfüllung interdendale Mitte, Vergrößerung 40 mal
Bearbeitungsphase " gegossen " (I)

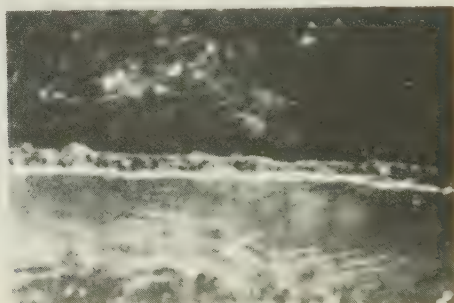


Abb. 19: Gußfüllung interdendale Mitte, Vergrößerung 40 mal
Bearbeitungsphase " poliert und zementiert " (II)

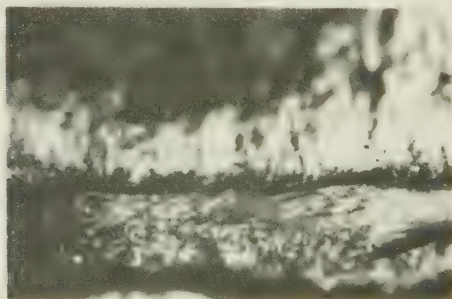
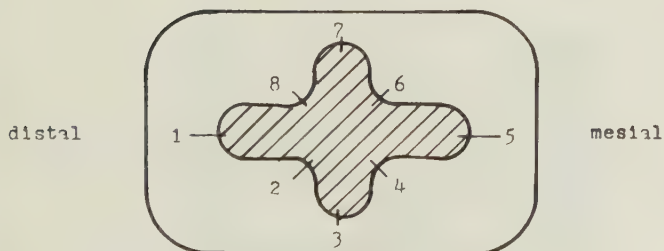


Abb. 20: Gußfüllung interdendale Mitte, Vergrößerung 40 mal
Bearbeitungsphase " anpoliert " (III)

2) Meßstellen

Nach Klärung des Begriffes " klinische Ungenauigkeit " für die praktische Durchführung der Messungen sind noch die Lage der einzelnen Meßstellen an den verschiedenen Gußfüllungstypen festzulegen. Die Reihenfolge der Nummerierung der Meßstellen beginnt jeweils distal, entgegengesetzt dem Uhrzeigersinn. Da es sich immer nur um Meßstellen handelt, nicht um sich wiederholende, fixe Meßpunkte, ist die Breite jeweils maximal in Gegend dieser Meßstelle abgelesen worden.

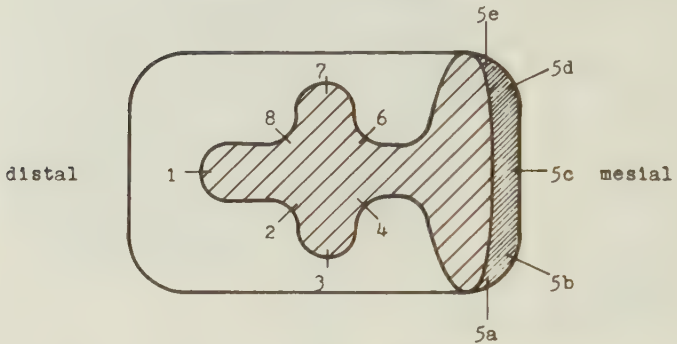
a) Einflächige Gußfüllung (occlusal)



1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 : occlusal

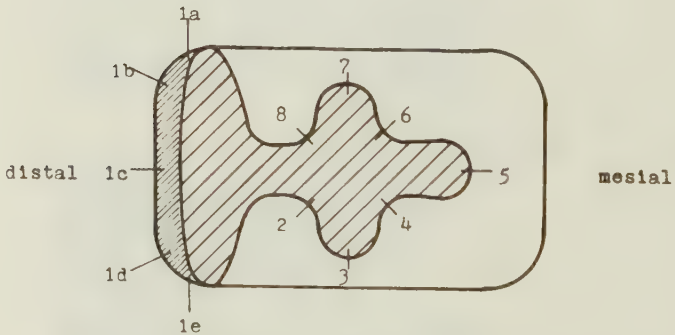
b. 21 : Schematische Darstellung der Meßstellen an einer occlusalen Füllung.

b) Zweiflächige Gußfüllung
(mesio- und distoocclusal)



- 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 : occlusal
5a, 5e : oral bzw. vestibulär-interdentaler Übergang
5b, 5d : interdental seitlich (Ecke)
5c : interdental (Mitte)

Abb. 22 : Schematische Darstellung der Meßstellen an einer mesio-occlusalen Füllung.

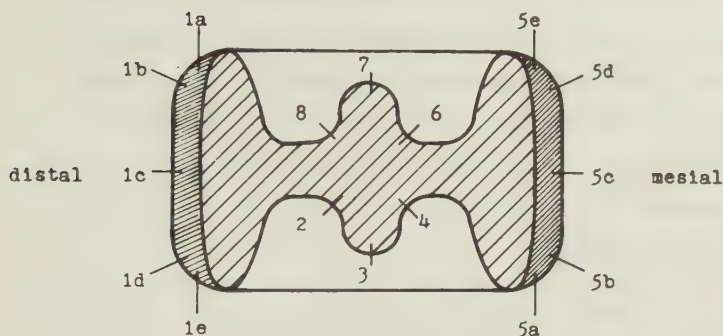


- 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 : occlusal
1a, 1e : oral bzw. vestibulär-interdentaler Übergang
1b, 1d : interdental seitlich (Ecke)
1c : interdental (Mitte)

Abb. 23 : Schematische Darstellung der Meßstellen an einer disto-occlusalen Füllung.

c) Dreiflächige Gußfüllung

(mesio-occluso-distal)



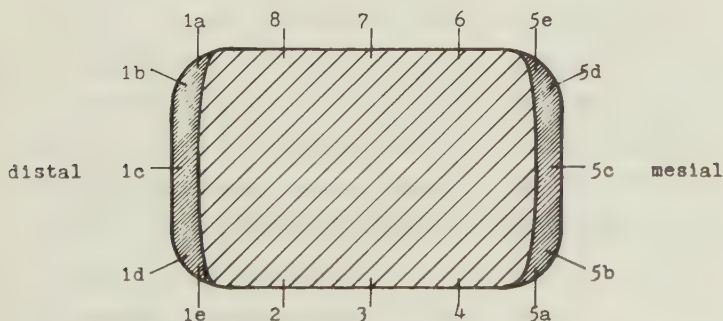
2, 3, 4, 6, 7, 8 : occlusal

1a, 1e, 5a, 5e : oral bzw. vestibulär-interdentaler Übergang

1b, 1d, 5b, 5d : interdental seitlich (Ecke)

1c, 5c : interdental (Mitte)

Abb. 24 : Schematische Darstellung der Meßstellen an einer mesio-occluso-distalen Füllung ohne Schneidekantenschutz.



2, 3, 4, 6, 7, 8 : oral bzw. vestibulär (Schneidekantenschutz)

1a, 1e, 5a, 5e : oral bzw. vestibulär-interdentaler Übergang

1b, 1d, 5b, 5d : interdental seitlich (Ecke)

1c, 5c : interdental (Mitte)

Abb. 25 : Schematische Darstellung der Meßstellen an einer mesio-occluso-distalen Füllung mit Schneidekantenschutz.

4. Meßergebnisse

1) Prinzip der tabellarischen Anordnung der Meßergebnisse

Es wurden 85 Gußfüllungen auf Frasacozähnen für die Reihenversuche hergestellt, an denen 1940 Messungen vorgenommen wurden. Für die Sonderversuche wurden 20 Gußfüllungen angefertigt, an denen 576 Messungen durchgeführt wurden.

Reihenversuche

Bei den occlusalen Füllungen ergibt sich nur eine Mittelwert (1. MW), differenziert nach Degulor A, B und M (Tab. I).

Bei den mesio-occlusalen Füllungen ergeben sich ein Mittelwert (1. MW) für die occlusalen Anteile, ein Mittelwert (2. MW) für die interdentalen Anteile, sowie der Mittelwert (3. MW) vom 1. MW + 2. MW, differenziert nach den verwendeten Gußlegierungen A, B und M. Zur Klärung der Teilfragen sind weiterhin der Mittelwert der interdentalen Mitte (4. MW) und der interdentalen seitlichen Ecke (5. MW) von Interesse und zwar von allen Füllungen der verschiedenen Gußlegierungen zusammen. Diese Messungen wurden sowohl auf Frasacozähnen als auch auf Stumpfmodellen bei entsprechender Differenzierung nach " direkter und indirekter " Technik vorgenommen (Tab. II - IV).

Bei den mesio-occluso-distalen Füllungen ohne Kaukantenschutz ergibt sich ein Mittelwert (1. MW) für die occlusalen Anteile. Diese occlusalen Anteile

differenzieren sich bei den MOD-Füllungen mit Kaukanten-
schutz als orale bzw. vestibuläre Meßstellen des Kaukan-
tenschutzes. Der zweite Mittelwert (2. MW) stellt sich als
Gesamtwert aller mesio- und disto-interdentalen Meßstellen
dar. Der dritte Mittelwert (3. MW) ist der Mittelwert vom
1. MW + 2. MW. Auch hier wurde zur Klärung von Teilfragen
der Mittelwert der interdentalen Mitte (4. MW) und der in-
terdentalen seitlichen Ecke (5. MW) errechnet, und zwar von
allen Gußfüllungen der einzelnen Legierungen. Diese Fül-
lungen wurden legierungsmäßig differenziert nach Degulor A,
B, M und MO, jedoch nur nach indirekter Technik mit Mes-
sungen auf Frasacozähnen und Stumpfmodellen (Tab. V - VIII).

Sonderversuche

Die tabellarische Anordnung der Meßergebnisse ist weit-
gehend analog der der Reihenversuche. Es werden ein Mittel-
wert (1. MW) der occlusalen Anteile, ein Mittelwert (2. MW)
der interdentalen Anteile sowie ein Mittelwert (3. MW) von
beiden unterschieden. Bei occlusal ausgedehnten Füllungen
stellt der 3. MW den Gesamtmittelwert dar. Es erfolgten
Differenzierungen in den einzelnen Arbeitsphasen: I = ge-
gossen, II = poliert und zementiert, III = anpoliert, sowie
in den Gußlegierungen Degulor A, B, M u. MO (Tab. IX - XII).

2) Tabellen der Meßergebnisse

Tabelle I bis VIII: Reihenversuche

Tabelle IX bis XII: Sonderversuche

Tabelle XIII und XIV: Zusammenfassung der Reihenversuche

Tabelle XV: Zusammenfassung der Sonderversuche

Tabelle I		Klinische Ungenauigkeit, Kavität 0, "Direkt" auf Zahn									
Degulator P. Nr.	Meß - Stellen in 1/100 mm (Abb. 21)										1. MW
	1	2	3	4	5	6	7	8			
A 1	2	5	6	3	0	0	3	3		3	3,23
A 2	5	4	3	4	4	1	3	4		4	
A 3	2	2	4	2	4	5	6	7		7	
A 4	2	5	3	2	3	1	3	3		3	
A 5	5	4	4	0	0	3	6	3		3	
B 1	8	11	20	8	6	6	7	8			5,38
B 2	9	7	6	5	4	4	6	6		6	
B 3	4	6	6	3	0	3	5	7		7	
B 4	4	5	5	4	5	4	4	0		0	
B 5	3	3	0	3	3	3	10	4		4	
M 1	5	7	7	5	4	2	2	4		4	4,48
M 2	5	2	5	4	6	1	4	2		2	
M 3	3	5	6	3	1	2	5	2		2	
M 4	4	2	6	3	19	4	7	3		3	
M 5	5	6	4	6	5	4	4	5		5	

Tabelle II		Klinische Ungenauigkeit, Kavität MO, " Indirekt " auf Modell																
Dent. Nr.	Lok.	Meß - Stellen in 1/100 mm (Abb. 22)														1. MW : Alpha + Gamma	2. MW : Beta	3. MW : 1. MW + 2. MW
		Alpha					Beta				Gamma							
		1	2	3	4	5a	5b	5c	5d	5e	6	7	8					
A 1	5		3	5	4	2	15	19	21	7	2	1	2					
A 2	4		6	8	0	0	16	7	13	13	4	5	4					
A 3	6		13	8	6	0	15	25	17	6	35	0	16					
A 4	7		2	4	5	6	41	21	17	15	16	7	6					
A 5	2		4	5	9	19	24	25	14	9	9	6	13			10,66		
B 1	21		11	15	9	6	12	17	27	10	7	7	6					
B 2	13		14	18	13	8	23	23	24	10	7	9	14					
B 3	9		14	16	7	9	27	22	20	4	11	8	21					
B 4	11		4	10	11	12	23	8	31	12	18	17	9					
B 5	6		14	12	18	7	20	32	24	8	12	6	9			14,19		
M 1	20		5	8	13	2	26	27	26	10	27	14	9					
M 2	12		8	10	12	10	26	14	21	15	11	14	13					
M 3	17		10	8	8	10	21	27	17	11	11	11	17					
M 4	15		15	20	11	20	19	11	15	15	13	11	12					
M 5	18		17	22	22	19	19	20	26	16	13	0	21			15,54		
							19,87											
							4. MW										4. MW : 5c	
																	5. MW : 5b + 5d	

Tabelle III		Klinische Ungenauigkeit, Kavität MO " Indirekt " auf Zahn															
Zahn	Ziffer	Mess - Stellen in 1/100 mm (Abb. 22)															
		Alpha					Beta					Gamma					
		1	2	3	4	5a	5b	5c	5d	5e	6	7	8	1. MW : Alpha + Gamma	2. MW : Beta	3. MW : 1. MW + 2. MW	
A 1	7	5	7	7	9	7	17	21	6	4	0	3					
A 2	3	7	11	0	3	17	7	10	12	11	9	5					
A 3	12	14	10	7	0	25	12	17	7	25	4	7					
A 4	7	3	13	6	8	39	19	21	13	17	11	8					
A 5	0	3	2	16	15	23	24	12	11	8	5	4				10,83	
B 1	18	18	12	8	10	13	19	23	7	6	6	10					
B 2	10	17	12	13	12	25	22	21	11	1	3	12					
B 3	10	8	12	3	4	31	19	18	7	11	8	5					
B 4	8	3	15	13	11	30	13	11	7	21	22	6					
B 5	4	11	7	21	4	24	23	23	16	7	5	7				13,13	
M 1	22	9	9	16	7	12	20	28	8	22	7	7					
M 2	17	20	12	11	10	18	14	22	17	12	11	11					
M 3	21	11	5	5	13	23	22	11	4	14	12	14					
M 4	15	15	14	12	19	25	14	17	16	12	18	12					
M 5	19	19	25	24	18	28	23	29	9	14	0	23				15,54	
		17,87															
		4. MW															
		5. MW 20,8															
		4. MW : 5c															
		5. MW : 5b + 5d															

Tabelle IV		Klinische Ungenauigkeit, Kavität MO, "Direkt" auf Zahn															
Z. Nr.	Z. Be.	Meß - Stellen in 1/100 mm (Abb. 22)													1. MW : Alpha + Gamma	2. MW : Beta	3. MW : 1. MW + 2. MW
		Alpha			Beta			Gamma									
		1	2	3	4	5a	5b	5c	5d	5e	6	7	8				
A 1		10	9	8	6	2	29	26	19	6	9	10	7	12,28			
A 2		3	6	1	3	5	14	9	16	9	3	5	7				
A 3		8	12	5	4	6	22	10	16	7	4	12	7				
A 4		7	14	15	6	5	11	8	14	1	4	0	0				
A 5		8	12	2	4	7	18	17	17	13	1	5	5				
B 1		5	7	5	4	4	21	26	27	9	4	2	4	14,0			
B 2		9	17	3	4	9	19	12	16	7	6	0	6				
B 3		20	11	9	4	1	20	13	26	8	3	0	4				
B 4		7	9	17	8	7	18	14	23	4	6	5	6				
B 5		8	7	4	6	12	16	16	16	6	7	7	8				
M 1		5	3	19	8	4	14	13	22	4	9	6	8	10,31			
M 2		14	7	9	11	4	39	15	21	0	10	13	8				
M 3		12	6	9	7	11	22	16	23	13	13	9	10				
M 4		4	3	4	9	14	17	16	13	9	10	10	6				
M 5		6	10	23	19	17	16	21	19	9	8	10	8				
							15,47					4. MW : 5c 5. MW : 5b + 5d			12,1		
							4. MW										
							5. MW 19,47										

Tabelle V		Klinische Ungenauigkeit, Kavität MOD, " Indirekt " auf Modell ohne Kaukantenschutz															
Kavität MOD		M e B - S t e l l e n in 1/100 mm (Abb. 24)															
		Beta1				Alpha				Beta2				Gamma			
		1a	1b	1c	1d	1e	2	3	4	5a	5b	5c	5d	5e	6	7	8
A 1	13	19	15	15	4	8	11	14	9	9	19	21	22	6	11	16	10
A 2	4	12	16	14	8	7	12	13	9	18	21	22	7	19	12	6	
A 3	8	12	13	17	14	7	17	12	5	16	14	14	6	13	9	9	
A 4	7	16	16	6	9	5	5	8	22	5	18	18	21	10	17	5	19
A 5	13	18	18	17	15	7	8	5	12	23	23	21	9	8	7	13	
B 1	11	16	16	14	13	8	8	0	5	8	18	18	18	9	14	14	6
B 2	5	17	11	13	8	8	15	3	3	8	8	9	10	10	8	10	8
B 3	7	18	14	15	9	13	9	7	9	10	13	11	12	8	7	8	
B 4	4	23	19	19	9	11	10	26	15	17	18	19	10	24	13	14	
B 5	19	24	20	21	15	14	3	9	9	13	13	19	19	13	29	0	14
M 1	8	21	28	20	9	9	8	11	7	11	20	25	23	11	16	8	12
M 2	6	18	19	13	13	13	10	6	6	12	25	22	35	15	21	10	25
M 3	9	8	16	16	13	13	10	0	14	7	17	20	26	9	15	28	16
M 4	7	27	23	25	14	9	9	5	11	7	22	17	20	10	9	12	6
M 5	9	22	19	26	11	11	9	7	9	7	22	20	16	9	20	6	15
MO 1	5	17	15	11	15	15	9	11	3	8	18	11	16	10	9	8	12
MO 2	6	12	15	14	16	16	5	8	5	7	20	10	12	17	7	6	14
MO 3	5	20	19	17	13	9	9	4	6	11	23	16	22	14	6	5	9
MO 4	11	21	18	19	9	9	6	8	6	5	27	6	8	8	6	5	0
MO 5	14	14	13	16	13	13	7	6	6	11	10	13	10	4	7	2	0
		17,07 MW 1b + 1d				4. MW c ges. 17,02				16,57 MW 5b + 5d							
										18,22 MW 5b + 5d							
						5. MW b+d ges. 17,65											

Tabelle VII		Klinische Ungenauigkeit, Kavität MOD, " Indirekt " auf Modell mit Kaukantenschutz															
L.N. Z. Gr.	M e ß - S t e l l e n in 1/100 mm (Abb. 25)														1. MW : Alpha + Gamma	2. MW : Beta1 Beta2 Beta	3. MW : gesamt
	Beta1				Alpha				Beta2				Gamma				
	1a	1b	1c	1d	1e	2	3	4	5a	5b	5c	5d	5e	6			
A 1	8	20	16	19	12	9	4	3	0	16	12	13	7	0	6	4	9,0
A 2	5	23	21	17	9	8	13	5	3	15	14	14	9	8	0	6	
A 3	7	17	13	15	9	10	17	21	3	20	26	13	11	11	10	4	
A 4	2	13	18	14	10	11	14	11	9	15	8	9	13	15	15	7	
A 5	9	15	14	14	14	9	22	4	13	14	12	10	6	9	7	7	
B 1	3	17	11	8	9	6	4	4	3	14	8	9	4	3	4	6	7,77
B 2	11	19	10	14	16	7	8	6	9	10	28	22	19	14	11	10	
B 3	7	25	13	17	10	7	11	8	11	13	12	7	9	15	13	11	
B 4	9	13	13	13	13	5	6	2	11	12	11	7	8	8	7	6	
B 5	5	18	15	18	16	10	14	10	12	20	6	5	9	5	6	6	
M 1	17	13	13	12	10	8	9	3	8	10	10	11	16	4	11	14	9,9
M 2	8	17	11	13	15	6	12	4	2	10	13	18	8	6	10	12	
M 3	9	21	11	12	13	10	16	8	17	22	16	8	12	10	16	8	
M 4	11	13	14	13	16	10	14	17	14	11	7	17	9	10	13	6	
M 5	9	21	12	21	12	10	19	10	9	10	10	11	12	4	14	3	
MO 1	10	15	16	12	17	13	8	13	6	12	12	11	6	12	6	9	10,17
MO 2	6	13	12	10	8	7	11	7	3	18	12	11	0	6	11	7	
MO 3	8	23	11	13	10	14	14	11	10	14	10	14	13	20	14	7	
MO 4	6	15	13	11	8	11	14	7	10	11	10	9	5	7	17	7	
MO 5	3	14	9	10	5	5	20	7	9	15	20	12	5	5	10	5	
4. MW c ges. 13,07																	
5. MW b+d ges. 14,09																	
MW 1b + 1d																	
MW 5b + 5d																	
12,58																	
MW 1b + 1d																	
15,52																	
MW 1b + 1d																	
10,35																	
11,23																	
9,9																	
10,69																	

Tabelle VIII		Klinische Ungenauigkeit, Kavität MOD, " Indirekt " auf Zahn mit Kaukantenschutz																		
Zahn		Meß - Stellen in 1/100 mm (Abb. 25)																		
		Beta ₁					Alpha				Beta ₂					1. MW : Alpha + Gamma	2. MW : Beta ₁ Beta ₂		3. MW : gesamt	
		1a	1b	1c	1d	1e	2	3	4	5a	5b	5c	5d	5e	6		7	8		
A 1	9	18	13	15	19	11	10	5	3	12	9	14	10	3	7	6	9,83	14,56 13,48 14,02	11,93	
A 2	13	28	11	13	11	13	13	8	6	14	13	18	11	9	0	6				6
A 3	8	22	17	20	11	13	17	15	5	24	27	19	12	12	11	6				6
A 4	3	14	22	11	10	11	12	13	12	10	8	14	18	15	11	9				9
A 5	13	14	11	16	22	11	14	4	20	20	16	14	7	12	11	9	9,43	14,88 14,0 14,44	11,94	
B 1	6	12	9	13	11	11	4	8	4	13	8	9	7	6	6	11				11
B 2	11	21	10	8	19	9	14	9	13	12	25	24	22	14	10	13				15
B 3	11	26	19	16	11	8	14	12	14	22	22	26	8	12	18	15				15
B 4	9	14	18	15	13	6	7	4	8	14	12	11	10	8	8	5	11,07	15,04 13,64 14,34	12,71	
B 5	7	23	26	23	21	9	12	6	18	22	8	9	9	8	7	9				9
M 1	28	18	13	14	20	6	14	15	20	12	12	9	16	15	6	14				8
M 2	12	11	8	6	19	4	10	4	6	15	18	17	7	2	19	7				7
M 3	9	23	12	18	15	12	19	17	5	18	20	21	12	9	16	9	12,97	12,6 13,0 12,8	12,89	
M 4	13	16	18	17	13	16	12	10	12	16	10	16	13	10	13	10				6
M 5	11	19	10	14	19	8	11	14	15	15	10	15	8	12	19	6				6
MO 1	13	14	11	10	17	14	13	16	10	11	10	18	11	14	9	8				8
MO 2	7	15	13	13	13	18	12	8	6	13	12	15	2	7	12	7	12,97	12,6 13,0 12,8	12,89	
MO 3	8	31	15	17	18	23	18	19	24	20	24	21	13	32	30	23				23
MO 4	11	15	13	10	8	13	10	8	8	9	7	10	10	6	19	6				6
MO 5	7	11	10	8	7	7	8	6	12	13	22	18	6	10	12	11				11
		4. MW c ges. 14,23					5. MW b+d ges. 15,94					6. MW e ges. 15,82								
		MW 1b + 1d 16,05					MW 5b + 5d 15,82													

Tabelle IX		Klinische Ungenauigkeit, "Direkt " auf natürlichem Zahn													
		Mess - Stellen in 1/100 mm													
Zahn	Degulor A Phase	Alpha				Beta		Gamma				1. MW : Alpha + Gamma	2. MW : Beta	3. MW : gesamt	
		1	2	3	4	5		6	7	8					
1. 67 o Abb. 21	I	3	7	4	2	2		3	3	9	---	---	4,12		
	II	8	6	8	12	8		16	11	14	---	---	10,38		
	III	4	13	10	11	6		18	30	21	---	---	14,13		
2. 67 o Abb. 21	I	0	7	0	16	9		2	5	6	---	---	5,63		
	II	4	8	2	14	6		6	4	6	---	---	6,25		
	III	10	5	8	14	8		19	10	12	---	---	10,75		
3. 87 o Abb. 21	I	11	6	6	5	0		4	2	3	---	---	4,63		
	II	10	8	7	8	4		6	9	9	---	---	7,63		
	III	7	14	13	11	20		22	14	9	---	---	13,75		
4. 67 mo Abb. 22 (Foto)						5a	5b	5c	5d	5e					
	I	6	11	10	14	11	11	8	8	9	3	4	3	8,34	
	II	5	8	13	13	13	15	13	12	10	20	19	6	12,3	
	III	3	8	13	14	16	20	16	19	10	16	20	4	13,67	
5. 77 od Abb. 23						1a	1b	1c	1d	1e					
	I	4	5	9	5	4	13	15	8	8	6	3	7	7,58	
	II	8	10	15	12	9	20	18	12	10	11	13	9	12,47	
	III	9	10	12	16	6	19	18	17	10	19	15	9	14,0	
		I : gegossen				II : poliert und zementiert				III : anpoliert					

Tabelle X		Klinische Ungenauigkeit, "Direkt" auf natürlichem Zahn												
		Meß - Stellen in 1/100 mm												
Zahn	Degulor B Phase	Alpha				Beta		Gamma				1. MW : Alpha + Gamma	2. MW : Beta	3. MW : gesamt
		1	2	3	4	5		6	7	8				
1. 8 o Abb. 21	I II III	2	5	5	5	7		10	10	7		---	---	6,38
		2	9	12	10	14		14	18	14		---	---	11,63
		21	19	14	16	15		15	21	21		---	---	17,75
2. 8 o Abb. 21	I II III	3	5	12	7	5		5	10	7		---	---	6,75
		7	9	14	8	12		8	12	9		---	---	9,88
		13	15	14	9	14		9	17	16		---	---	13,38
3. 2 o Abb. 21	I II III	11	3	5	8	6		5	8	9		---	---	6,88
		19	15	7	10	15		7	10	15		---	---	12,25
		20	15	19	14	16		17	16	17		---	---	16,75
						5a	5b	5c	5d	5e				
4. 67 mo Abb. 22	I II III	8	5	5	12	7	10	9	12	7	9	6	5	8,07
		9	9	14	14	10	11	11	16	10	11	9	11	11,3
		14	11	21	26	8	18	12	16	13	25	22	19	16,55
5. 8 mo Abb. 22	I II III	0	7	0	7	3	6	9	12	9	14	10	14	7,61
		9	15	12	21	15	8	12	13	7	16	12	25	13,35
		13	18	14	15	13	10	12	15	16	22	14	25	15,24
I : gegossen II : poliert und zementiert III : anpoliert														

Tabelle XI		Klinische Ungenauigkeit, "Direkt" auf natürlichem Zahn														
		Mess - Stellen in 1/100 mm											1. MW : Alpha + Gamma	2. MW : Beta	3. MW : gesamt	
Degulor M		Alpha				Beta			Gamma							
Zahn	Phase	1	2	3	4	5	6	7	8							
1. 8 o Abb. 21	I	7	6	1	6	10	7	3	3				---	---	5,38	
	II	7	8	8	11	12	10	10	12				---	---	9,88	
	III	10	21	16	16	12	14	13	18				---	---	15,0	
2. 7 o Abb. 21	I	3	6	9	10	6	13	9	6				---	---	7,75	
	II	18	13	18	12	9	19	15	16				---	---	15,0	
	III	22	17	22	18	23	21	15	17				---	---	19,38	
3. 6 o Abb. 21	I	8	9	6	7	12	12	24	22				---	---	12,5	
	II	11	7	10	11	12	13	26	26				---	---	14,5	
	III	20	18	12	14	18	17	27	25				---	---	18,88	
4. 67 mo Abb. 22	I	9	7	8	4	5a	5b	5c	5d	5e						
	II	17	18	14	13	11	11	13	11	9	9	9	7	7,57	11,0	9,29
	III	19	20	21	21	12	12	12	15	16	16	16	14	13	15,0	13,8
5. 8/ od Abb. 23	I	5				1a	1b	1c	1d	1e						
	II	6	7	8	7	11	16	12	14	10	8	7	8	7,29	12,6	9,95
	III	11	18	19	16	9	16	20	29	17	11	11	14	14,29	18,2	16,25
	I	19	20	26	20	17	18	20	36	21	18	17	16	19,43	22,4	20,92
	II															
	III															

I : gegossen II : poliert und zementiert III : anpoliert

I : gegossen II : poliert und zementiert III : anpoliert

Tabelle XII		Klinische Ungenauigkeit, "Direkt" auf natürlichem Zahn														
		M e ß - S t e l l e n in 1/100 mm														
Zahn	Degulor MO Phase	Alpha				Beta				Gamma			1. MW : Alpha + Gamma	2. MW : Beta	3. MW : gesamt	
		1	2	3	4	5				6	7	8				
1.	I	3	5	4	17	5				6	8	5	---	---	6,63	
77 o	II	11	10	12	21	10				10	8	6	---	---	11,0	
Abb. 21	III	11	14	15	21	10				16	22	10	---	---	14,88	
2.	I	5	6	7	6	6				6	8	7	---	---	6,38	
87 o	II	8	8	12	6	7				6	13	8	---	---	8,5	
Abb. 21	III	11	20	18	12	9				21	21	20	---	---	16,5	
3.	I	11	7	5	5	8				9	5	4	---	---	6,75	
87 o	II	11	7	6	5	9				13	5	7	---	---	7,88	
Abb. 21	III	14	11	14	11	11				15	14	21	---	---	13,88	
						5a	5b	5c	5d	5e						
4.	I	6	8	7	3	3	7	13	12	5	8	5	5	6,0	8,0	7,0
77 mo	II	9	11	13	11	6	13	17	13	6	8	8	12	10,29	11,0	10,65
Abb. 22	III	14	27	14	13	12	19	22	19	11	11	17	16	16,0	16,6	16,3
5.	I	8	11	7	8	7	20	14	12	8	5	4	8	7,29	12,2	9,74
87 mo	II	8	11	14	9	16	27	19	21	11	11	8	9	10,0	18,8	14,4
Abb. 22	III	13	17	15	11	22	31	35	31	14	13	21	14	14,86	26,6	20,73
I : gegossen II : poliert und zementiert III : anpoliert																

Tabelle XIII		Zusammenfassende Tabelle der Reihenversuche									
Mittelwerte in 1/100 mm auf Zahn											
Designation	Tabelle I O, Direkt	Tabelle III MO, Indirekt		Tabelle IV MO, Direkt		Tabelle VI MOD, Indirekt ohne Kaukantenschutz		Tabelle VIII MOD, Indirekt mit Kaukantenschutz		Mittelwert gesamt	
	1. MW=2. MW = 3. MW	1. MW	2. MW	4. 5. MW MW	1. MW	2. MW	4. 5. MW MW	1. MW	2. MW	4. 5. MW MW	1. MW 2. MW 3. MW
A	3,23	7,46	14,2		6,34	12,28		11,27	15,2		7,63 11,79 9,71
B	5,38	10,09	16,16		6,63	14,0		12,23	12,78		8,75 12,55 10,65
M	4,48	14,0	17,08		9,31	14,88		12,57	15,5		10,29 13,26 11,77
MO	---				12,1			7,33	13,44		10,15 13,12 11,64
Serien MW		10,52	15,81		7,43	13,72		10,38			9,21 12,68 10,94
gesamt	4,36	13,17			10,57			12,54			
		17,87		15,47				13,42		14,23	15,94
			20,8	19,47							4. MW 15,25 5. MW 18,27

Tabelle XIV		Zusammenfassende Tabelle der Reihenversuche					
		Mittelwerte in 1/100 mm " Indirekt "					
Degulator	Tabelle II mesio - occlusal	Tabelle III mesio - occlusal	Tabelle V mesio - occluso- distal ohne Kaukanten- schutz Modell	Tabelle VI mesio - occluso - distal ohne Kaukanten- schutz Zahn	Tabelle VII mesio - occluso - distal mit Kaukanten- schutz Modell	Tabelle VIII mesio - occluso - distal mit Kaukanten- schutz Zahn	
	Modell	Zahn					
A	10,66	10,83	12,43	13,23	10,69	11,93	
B	14,19	13,13	12,17	12,5	9,9	11,94	
M	15,54	15,54	13,96	14,03	11,23	12,71	
MO	-----	-----	9,96	10,38	10,35	12,89	
Serien MW gesamt	13,46	13,17	12,13	12,54	10,54	12,37	

Tabelle XV		Zusammenfassende Tabelle der Sonderversuche														
Mittelwert in 1/100 mm auf natürlichem Zahn																
Degulator	A (Tabelle IX)			B (Tabelle X)			M (Tabelle XI)			MO (Tabelle XII)			MW gesamt			
P. Nr.	Phase	II-I	III-II	II-I	III-II	II-I	III-II	II-I	III-II	II-I	III-II	II-I	III-II	II-I	III-II	
1.	I	4,12	6,26	6,38	3,75	11,63	5,25	5,38	4,5	9,88	6,63	4,37	3,88	II-I	III-II	
	II	10,38		17,75		15,0		11,0								
	III	14,13						14,88								
2.	I	5,63	0,62	6,75	4,5	9,88	3,13	7,75	7,25	8,5	6,38	2,12	8,0	II-I	III-II	
	II	6,25		13,38		15,0		16,5								
	III	10,75														
3.	I	4,63	3,0	6,88	6,12	12,25	5,37	14,5	2,0	18,88	6,75	1,13	6,0	II-I	III-II	
	II	7,63		16,75		14,5		7,88								
	III	13,75						13,88								
Einfl. F. Serien MW gesamt			3,29		4,79		4,58	4,71		4,58	4,63	2,54	5,96	3,75	5,02	
4.	I	8,34	3,96	8,07	1,37	11,3	3,23	9,29	4,51	13,8	7,0	3,65	5,65	4,19	II-I	III-II
	II	12,3		16,55		16,89		10,65								
	III	13,67						16,3								
5.	I	7,58	4,89	7,61	0,96	13,35	5,74	9,95	6,3	16,25	9,74	4,66	6,33	II-I	III-II	
	II	12,47		15,24		20,92		14,4								
	III	13,43						20,73		4,34						
Zweifl. F. Serien MW gesamt			4,43		1,17		4,49	3,57		5,41	3,88	4,16	5,99	4,62	3,65	

I : gegossen II : poliert und zementiert III : anpoliert

I : gegossen II : poliert und zementiert III : anpoliert

D. Auswertung der Ergebnisse und kritische Stellungnahme
im Hinblick auf die klinische Ungenauigkeit von
Gußfüllungen

Die zusammenfassenden Tabellen XIII bis XV ergeben die Auswertung und ermöglichen den Vergleich der Mittelwerte der Reihen- und Sonderversuche. Die Systematik dieser zusammenfassenden Tabellen gestattet eine getrennte Beantwortung der in der Aufgabestellung aufgeworfenen Teilfragen:

1. Mit welcher mittleren klinischen Ungenauigkeit ist zwischen Zahnhartsubstanz und Gußfüllung an äußeren Übergängen im occlusalen und cervical-interdentalen Bereich zu rechnen, wenn eine genügende klinische Präzision erzielt worden ist?

Für den occlusalen Bereich ist mit einer mittleren klinischen Ungenauigkeit von ca. 60 μ bei direkter Technik (Tab. XIII : 1. MW v. Tab. I + IV) zu rechnen. Für den interdentalen Bereich ist mit einer mittleren klinischen Ungenauigkeit von ca. 140 μ bei direkter Technik (Tab. XIII : 2. MW v. Tab. IV) zu rechnen. Bei der indirekten Technik steigen der Wert des occlusalen Bereiches auf ca. 110 μ (Tab. XIII : 1. MW v. Tab. III, VI u. VIII), der des interdentalen Bereiches auf ca. 150 μ (Tab. XIII : 2. MW v. Tab. III, VI u. VIII).

Von besonderem Interesse ist die Tatsache, daß für den interdentalen Bereich nicht alle Stellen im gleichen Ausmaße Schwachstellen aufweisen. Die interdental Seite (Tab. XIII : 5. MW = ca. 180 μ) zeigt ungünstigere Werte als die interdental Mitte (Tab. XIII : 4. MW = ca. 150 μ).

2. In welchem Ausmaße beeinflussen die Methoden der direkten oder indirekten Herstellungsverfahren die klinische Ungenauigkeit?

Die Messungen der MOD-Gußfüllungen in den Modellstümpfen und Kavitäten bestätigen gleichfalls die besseren Werte der direkten Technik. Die Modellstumpfmessungen ergeben einen kleineren Mittelwert als die Kavitätenmessungen derselben Gußfüllung (Tab. XIV, Serien-MW-gesamt: Modell 121 μ - Zahn 125 μ , Modell 105 μ - Zahn 123 μ), d. h. für das Modell ist die Gußfüllung nach direkter Methode modelliert worden, während sie für die Kavität des Zahnes indirekte Methode bedeutet.

Der Vergleich der Serien-MW-gesamt (Tab. XIII) der Gußfüllungen " Indirekt " und " Direkt " verdeutlicht besonders die Überlegenheit der direkten Methode: " Indirekt " 131 μ , " Direkt " 105 μ . Die Steigerung der klinischen Ungenauigkeit durch die indirekte Methode beträgt bis zu 26 μ .

Von besonderem Interesse der Tabelle XIV ist, daß die Vergleichsmessungen der Gußfüllungen der MO-Kavität des Zahnes und des Modellstumpfes für die indirekte Technik nicht immer ungünstigere Werte zeigen. Im Mittelwert ergibt sich sogar ein geringfügig besserer Genauigkeitswert für die indirekte Methode. Die Erklärung liegt darin, daß die Gußfüllungen auf den Modellstümpfen als Preßpassungen einzufügen waren, während sie sich in die Kavitäten des Zahnes als Spielpassungen einsetzen ließen.

3. Inwieweit ergeben die Gußfüllungstypen und damit ihre Größe und Gestalt eine Beeinflussung der klinischen Präzision?

Der Vergleich der Serien-MW-gesamt (1. und 2. MW) der Tabelle XIII zeigt, daß der approximale Schenkel den occlusalen Anteil zu ungunsten beeinflusst. Eine occlusale Füllung ergibt die optimalen Werte der klinischen Ungenauigkeit und liegt im Bereich der 50 μ -Forderung von Dreyer-Jørgensen. Sobald ein bzw. zwei approximale Schenkel hinzukommen, ergeben sich für den occlusalen Bereich ungünstigere Werte um 100 μ . Der Gußfüllungstyp entscheidet also mit über die Größe der klinischen Ungenauigkeit. Approximale Schenkel lassen die Gesamtmittelwerte steigen.

4. Resultieren aus unterschiedlichen, zahnärztlichen Edelmetall-Legierungen an gleichen Füllungen verschieden große klinische Ungenauigkeiten?

In allen Tabellen der Reihenversuche bewirkt die Variierung der Gußlegierungen nach steigenden Härtegraden (Degulor A 58, B 82, M 220 und MO 260 kg/mm²) auch eine Verschlechterung der klinischen Ungenauigkeitswerte (Tab. XIII : Deg. A 97 μ , Deg. B 106 μ , Deg. M 117 μ und Deg. MO 116 μ). Als Ausnahme ist hierbei allerdings Degulor MO im Vergleich zu Degulor M anzusehen. Durch seine Viskosität ist es beim Gießen der flüssigen Schmelze besser in der Lage, die Federränder des Wachsabdruckes präziser auszufüllen. Somit ist die freiliegende Präparationsfläche geringer als beim Federrand von Degulor M. Auch die Tabellen der Sonderversuche (Tab. XV) ergeben im Vergleich Degulor MO und M für den Zustand " gegossen " fast immer bessere Meßergebnisse für Degulor MO.

5. Welche Beeinflussung erfährt die klinische Ungenauigkeit durch das sogenannte " Anpolieren " der Gußfüllungsrande bei verschiedenen harten Gußlegierungen?

Die Serien-MW-gesamt (Tab.XV) der Gußfüllungen der Sonderversuche ergeben im Durchschnitt zwischen den Bearbeitungsphasen II (poliert und zementiert) und III (anpoliert) eine Steigerung der klinischen Ungenauigkeit⁺ durch das Anpolieren um ca. 40 μ . Das Anpolieren legt also mehr Präparationsfläche durch Metallabrieb frei, zerstört die Politur der Füllungsoberfläche, hebt den scharfen Füllungsrand auf (Abb. 20) und schließt Schmelzbeschädigungen nicht aus. Weiterhin ist es denkbar, daß durch das Anpolieren eine mögliche Bruchstelle des Federrandes gesetzt wird. Stauchung und Streckung steigern die Härte, wie bei Klammerdrahtbiegung und so auch beim Anpolieren, so daß das Kaugeschehen einen dünnen Federrand brechen lassen kann. Dadurch würde sich die klinische Ungenauigkeit weiter erhöhen. Das Anpolieren ist darum abzulehnen.

Als Nebenfund der Tab. XV ergibt sich auch eine Steigerung der klinischen Ungenauigkeit der Serien-MW-gesamt zwischen den Bearbeitungsphasen I (gegossen) und II (poliert und zementiert) um ca. 40 μ . Durch Politur und Zementierung sowie Anpolitur wird die klinische Ungenauigkeit bis zu 80 μ erhöht.

Diskussion:

Die 50 μ -Forderung von D r e y e r - J ö r g e n s e n in Bezug auf die klinische Ungenauigkeit läßt sich in der klinischen Praxis nicht erfüllen. Die Variationsbreite der

Phasendifferenz " gegossen " und " poliert und zementiert " der occlusalen Füllungen der Sonderversuche zeigt deutlich den Ungenauigkeitsgrad von einflächigen Füllungen.

Minimal (Tab. IX): gegossen	56 μ
poliert und zementiert	62 μ
Phasendifferenz	6 μ
Maximal (Tab. XI): gegossen	77 μ
poliert und zementiert	150 μ
Phasendifferenz	73 μ

Durch Politur und Zementierung tritt eine durchschnittliche Erhöhung der klinischen Ungenauigkeit um ca. 40 μ auf. Damit wird die klinische Ungenauigkeit einer gegossenen Füllung mit einer Paßgenauigkeit von 32 μ minimal (Tab. I) durch Politur und Zementierung auf 72 μ gesteigert. Die größte klinische Ungenauigkeit weist die interdentale Seite eines approximalen Schenkel mit 177 μ maximal (Tab. II) zuzüglich 40 μ für Politur und Zementierung auf. Ein Vergleich aus der Technik erklärt am besten die Güte des präzisen Randschlusses: " Das schwächste Glied einer Kette bestimmt die maximale Belastung." Der Schwachpunkt des gesamten Randschlusses ist die interdentale Seite mit 217 μ .

Bei dieser Maximalgröße der klinischen Ungenauigkeit erhebt sich die Frage nach der klinischen Auswirkung. Die Erfahrungen der klinischen Praxis zeigen, daß die Gußfüllung allen anderen Füllungsmaterialien in Bezug auf Sekundärkaries überlegen ist. Das ist in Hinsicht auf den Maximalwert der klinischen Ungenauigkeit nicht erklärlich. Als hypothetische Überlegung

zur Erklärung der Klinischen Empirie ist folgendes anzuführen: Bedingt durch den technischen Mehraufwand bei dieser Art der konservierenden Versorgung wird die Präparation der Kavität für eine Gußfüllung streng nach den Regeln von Black vorgenommen. Damit kommen auch die maximalen Schwachpunkte der interdentalen Seite durch die präventive Extension immer in die habituell sauberen Zonen zu liegen. Vergleiche der Meßwerte der klinischen Ungenauigkeit mit anderen Autoren (Owassapian, Sobkowiak, Wetterström u. a.) sind nicht anzustellen. Die Untersuchungen der o. a. Verfasser sind Arbeiten auf stilisierten Phantormodellen, bzw. sie vernachlässigen die klinische Praxis durch fehlende Politur und Zementierung. Zum Thema "Anpolieren" liegen keine vergleichbaren Untersuchungen vor. Durch das Anpolieren mit Schlagpolierern ist gemäß den vorliegenden Untersuchungen nur eine Vergrößerung der klinischen Ungenauigkeit um ca. 40 % zu erzielen.

E. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, mit welcher mittleren klinischen Ungenauigkeit an Gußfüllungen zu rechnen ist. Weiterhin war zu klären, welche Beeinflussung die mittlere klinische Ungenauigkeit einer gegossenen Füllung durch das technische Herstellungsverfahren (direkte und indirekte Methode), durch den Gußfüllungstyp und durch unterschiedliche Edelmetall-Legierungen sowie durch Anpolitur erfährt. Es wurden insgesamt nach Abhandlung der Literatur des zahnärztlichen Edelmetall-Gußverfahrens und mit entsprechender Berücksichtigung bei der Anfertigung 105 Gußfüllungen hergestellt. An diesen ist an 2516 Meßstellen die klinische Ungenauigkeit gemessen worden, d. h. die Messungen wurden an polierten und teils zementierten Gußfüllungen auf Phantom- und extrahierten, menschlichen Zähnen vorgenommen.

Im Folgenden sollen die Versuchsergebnisse zusammengefaßt werden:

1. Die mittlere klinische Ungenauigkeit beträgt bei:

direkten, 1-u.2-flächigen Füllungen occlusal	60 / μ
direkten, 2-flächigen Füllungen interdental	140 / μ
indirekten, 2-u.3-flächigen Füllungen occlusal	110 / μ
indirekten, 2-u.3-flächigen Füllungen interdental	150 / μ
Der Mittelwert der interdentalen Seite	180 / μ
ist größer als der der interdentalen Mitte	150 / μ

2. Die mittlere klinische Ungenauigkeit wird durch die Methode der direkten Technik um 26 μ gesenkt.

Indirekte Methode	131 μ
Direkte Methode	105 μ

3. Die mittlere klinische Ungenauigkeit der occlusalen Anteile wird durch approximale Schenkel auf 100 μ vergrößert.

4. Die mittlere klinische Ungenauigkeit wird durch die steigende Härte der Gußlegierung erhöht.

Degulor A	97 μ		58
Degulor B	106 μ	Härte	82
Degulor M	117 μ	in kg/mm^2 :	220
Degulor MO	116 μ	(vergütet)	260

Der geringere Mittelwert von Degulor MO zu Degulor M erklärt sich durch das bessere Ausfließen der Schmelze in den Federrändern.

5. Die mittlere klinische Ungenauigkeit wird durch das Anpolieren mit Schlagpolierern um ca. 40 μ erhöht.

F. Literaturverzeichnis

1. Adler, P. Zur Frage der präventiven Extension.
Zahnärztl. Welt, Konstanz
12, 318 (1954)
2. Beeck, K.-H. Wissenswertes über die Metallverarbeitung unter besonderer Berücksichtigung des Gußproblems.
Zahnärztl. Welt, Konstanz
9, 686 (1954)
3. Beeck, K.-H. Prüfungsergebnisse zahnärztlicher Gußverfahren und ihre praktische Auswertung.
Dtsch. zahnärztl. Zschr.
13, 470 (1958)
4. Black, G. V. Konservierende Zahnheilkunde, 2. Bd.
Berlin 1914
5. Böttger, H. Erfahrungen mit Silikon-Abformmaterialien.
Zahnärztl. Welt/Reform
63, 616 (1962)
6. Bonsack, Ch. Der heutige Stand des Gußproblems.
Dtsch. zahnärztl. Zschr.
8, 5 u. 67 (1953)
7. Degussa-Brief 10 Versuche zur Bestimmung der Weite von Gußkanälen.
Degussa Frankfurt, 1930
8. Degussa-Briefe Das Anbringen von Gußkanälen.
Neue Folge 23 u. 24 Teil I u. II
Degussa Frankfurt, Sept. 1955 u.
Jan. 1956
9. Degussa-Brief Über das Versilbern von Abdrücken aus Kerr- und Silicone-Massen.
Neue Folge 29
Degussa Frankfurt, März 1960

10. Degussa-Brief
Neue Folge 30
Wird die Paßgenauigkeit von MOD-Füllungen und Teleskopkronen durch die Richtung des Gußkanals beeinflusst?
Degussa Frankfurt, Juli 1960
11. Degussa und
Eichner, K.
Herstellung von Kronen durch Anguß.
Degussa Frankfurt, 1962
12. Degussa-Prospekt
Zeitgemäße Gußtechnik mit der
Degussa-Tiegelschleuder.
Degussa Frankfurt, 1962
13. Dreyer-Jørgensen, K.
Prüfungsergebnisse zahnärztlicher
Gußverfahren.
Dtsch. zahnärztl. Zschr.
13, 461 (1958)
14. Eichner, K. und
Mitarbeiter
Leitfaden zahnärztlicher Werkstoffe
und ihrer Verarbeitung.
Berlinische Verlagsanstalt, Berlin 1960
15. Falck, K. und
Weikart, P.
Werkstoffkunde für Zahnärzte.
Carl Hanser-Verlag, München 1959
16. Flaumenhaft, E.
Arbeitsmethode zur möglichst guten
Ausnutzung der Expansion der Einbettungsmasse beim Gießen der Füllungen.
Dtsch. zahnärztl. Wschr.
37, 286 (1934)
17. Gerlach, H. P.
Über die Kompensation von Kontraktionserscheinungen im Metallgußverfahren.
Zahnärztl. Rdsch.
41, 2130 (1932)
18. Godt, H.
Über die Verwendung der Stangenlastic bei der indirekten Gußherstellung.
Dtsch. Zahnärztebl.
16, 17 (1962)

19. Godt, H. Korngröße und Filmdicke verschiedener Phosphatzemente.
Dtsch. zahnärztl. Zschr.
18, 491 (1963)
20. Grassl, J. F. Verbesserung der Oberfläche von Güssen durch Netzmittel und Vakuum-einbettung.
Dtsch. zahnärztl. Zschr.
9, 1057 (1954)
21. Haacke, R. und Wandel, S. Untersuchungsergebnisse über die Verwendung von Lastic 55 für die indirekte Inlaytechnik.
Zahnärztl. Rdsch.
68, 435 (1959)
22. Harndt, E. Die Gußfüllung.
Johann Ambrosius Barth-Verlag
Leipzig 1953
23. Harndt, E. Einlagefüllungen.
In: Die Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Bd. 2 München 1955
24. Hehring, H. Die prozentualen linearen Veränderungen eines Palliagusses in Abhängigkeit von verschiedenen Einbettungsmethoden.
Med. Diss. FU Berlin 1955
25. Hehring, H. Einbettmassen.
In: Leitfaden zahnärztlicher Werkstoffe und ihrer Verarbeitung.
Berlinische Verlagsanstalt
Berlin 1960
26. Höppler, F. Rheologische und elastometrische Messungen an Kautschukprodukten.
Kautschuk
17, 18 (1941)

27. Hruska, G. Prothetische Gesetze: Inlay und der Winkel von 45° .
Zahnärztl. Welt/Reform
62, 67 (1961)
28. Ilg, V. K. Volumenänderungen bei der Verarbeitung unserer Gußwachse.
Zahnärztl. Rdsch.
48, 1149 (1959)
29. Ilg, V. K. Untersuchungen zur indirekten Technik, im besonderen zur Abdruckgenauigkeit in der indirekten Technik.
Dtsch. zahnärztl. Zschr.
9, 1226 (1954)
30. Ilg, V. K. Untersuchungen zum Dimensionsverhalten der Silikone-Abdruckmassen. I - VIII.
Dtsch. zahnärztl. Zschr.
13, 1377 (1958)
14, 405, 527, 651, 772, 895, 1075, 1649 (1959)
15, 427 (1960)
31. Ilg, V. K. Untersuchungsergebnisse über die Verwendung von Lastic 55 für die indirekte Inlaytechnik.
Zahnärztl. Welt/Reform
68, 601 (1959)
32. Ilg, V. K. Untersuchungen zur indirekten Technik. I - II.
Dtsch. zahnärztl. Zschr.
14, 1305 (1959)
16, 1140 (1961)
33. Kalden, E. Die Vakuum-Einbettung, ein Weg zum Präzisionsguß.
Dtsch. Zahnärztebl.
11, 791 (1957)

34. Kirsten, H. In: Zahnärztliche Prothetik. Bd. II
Johann Ambrosius Barth-Verlag
Leipzig 1959
35. Klapproth, G. Die Auswirkung verschiedener Wachsaus-
treibungsmethoden auf die Feingestalt
der Oberfläche eines Gußstückes.
Med. Diss. FU Berlin 1955
36. Knappwost, A. Über das thermische Expansions- und
Kontraktverhalten von Dentallegie-
rungen und Einbettmassen und deren
Beziehung zur Sekundärkaries.
Zahnärztl. Welt
4, 523 (1949)
37. Kräutle, L. Die Auswirkung der Abbindeexpansion
von Einbettmassen auf die Wachs-
modelle.
Med. Diss. FU Berlin 1960
38. Lasater, R. L. Control of wax distortion by manipu-
lation.
J. Amer. Dent. Ass.
27, 518 (1940)
39. Mathé, J. Inlay und Kronenarbeiten.
Verlag Urban und Schwarzenberg
Wien 1948
40. Maves, T. W. Recent experiments demonstrating wax
distortion on all wax patterns when
heat is applied.
J. Amer. Dent. Ass.
19, 606 (1932)
41. Myers, R. E. Variable factors in the technic of
dental casting.
J. Amer. Dent. Ass.
30, 203 (1943)

42. Nelke, J. Untersuchungen über die physikalischen Eigenschaften von Gußwachsen und ihre praktische Nutzenanwendung für die zahnärztliche Gußtechnik.
Med. Diss. Freiburg 1938
43. Oeschger, H. X. Vergleichende Untersuchungen über das Einbetten mit in Vakuum von Luftblasen befreiter Einbettmasse.
Dtsch. Zahn- Mund- Kieferhk.
22, 208 (1955)
44. Overdieck, H. F. Die Anwendung des Vakuums in der Zahnheilkunde.
Carl Hanser-Verlag, München 1962
45. Owassapian, Sch. Der Einfluß verschiedener Abdruckmaterialien und Modellwerkstoffe auf die Paßgenauigkeit von MOD-Gußfüllungen.
Inaug. Diss. Mainz 1964
46. Riedel, H. Die Gußfüllung und die gepreßte Kunststoff-Füllung.
Dtsch. zahnärztl. Zschr.
20, 558 (1965)
47. Rohrbach, Ch. und Eichner, K. Messung der Kräfte beim Kauvorgang mit Widerstandemeßdosen von Molarengroße ohne Behinderung der Okklusion und Artikulation.
Dtsch. zahnärztl. Zschr.
13, 146 (1958)
48. Rehberg, H. J. Zahnärztliche Wachse.
In: Leitfaden zahnärztlicher Werkstoffe und ihrer Verarbeitung.
Berlinische Verlagsanstalt,
Berlin 1960

49. Sobkowiak, E. M. Klinische und experimentelle Untersuchungen zur Paßfähigkeit der Inlays.
Dtsch. Stomat.
14, 569 (1964)
50. Scheu, C. H. A new precision casting technic.
J. Amer. Dent. Ass.
19, 630 (1932)
51. Schray, K. Erwiderung auf die Arbeit von Hruska:
Prothetische Gesetze: Inlay und der Winkel von 45° .
Zahnärztl. Welt/Reform
62, 761 (1961)
52. Schwindling, R. Untersuchungen der Oberflächen-Feinstruktur von Metallgüssen bei verschiedener Einbettungsart unter Vakuum.
Zahnärztl. Rdsch.
64, 477 (1955)
53. Schwindling, R. Indirekte Bestimmung des Dimensionsverhaltens von Siliconabdruckmassen.
Stoma, Konstanz
13, 121 (1960)
54. Schwindling, R. Abdruckmaterialien. Modellmaterialien.
In: Leitfaden zahnärztlicher Werkstoffe und ihrer Verarbeitung.
Berlinische Verlagsanstalt,
Berlin 1960
55. Smreker, E. Das Gußverfahren für Goldeinlagefüllungen unter besonderer Berücksichtigung des Kerrschen Verfahrens.
Zahnärztl. Rdsch.
41, 18 (1932)
56. Stüben, J. Die Gußfüllung.
Dtsch. Zahnärztebl.
14, 43 (1960)

57. Stüben, J. und Hoppe, W. F. Über die Verwendung gummielastischer Materialien bei der indirekten Methode zur Herstellung von Gußfüllungen. Dtsch. Zahnärztebl. 16, 716 (1961)
58. Wagner, E. Edelmetalle. In: Leitfaden zahnärztlicher Werkstoffe und ihrer Verarbeitung. Berlinische Verlagsanstalt, Berlin 1960
59. Wagner, E. Über zweckmäßige Werkstoffe für Brückenarbeiten. Dtsch. zahnärztl. Zschr. 20, 173 (1955)
60. Weikart, P. Zum Thema Präzisionsguß. Zahnärztl. Welt 6, 90 (1955)
61. Weikart, P. Grenzen und Prüfung der Gußgenauigkeit. Dtsch. zahnärztl. Zschr. 12, 827 (1957)
62. Wetterström, E. T. Typical demonstration of proper spruing. The Thermotrol Technician 13, 3 (1959)
Ref. in Quintessenz zahnärztl. Lit. 10, 29 (1959)

Es ist mir ein Bedürfnis, Herrn Prof. Dr. Karl E i c h n e r
für die freundliche Überlassung des Themas und seine laufen-
de, wohlwollende Unterstützung meinen ganz besonderen Dank
auszusprechen.

Herrn Ingenieur Wolfgang C r e m e r danke ich für die prä-
zise Ausführung aller Zeichnungen.

Der Firma D e g u s s a, die mir die für die Versuche be-
nötigte Degulor-Legierung zur Verfügung stellte, möchte ich
an dieser Stelle meinen Dank sagen.

LEBENS LAUF

Am 23. Juli 1933 wurde ich als Sohn des Zahnarztes
Walter Oehlke und seiner Ehefrau Margarete in Dabelow/
Mecklenburg geboren.

Nach dem Besuch von Volks- und Oberschule in Dabelow und
Berlin unterzog ich mich ab 1951 einer dreijährigen
dentistischen Grundausbildung. Danach war ich 2 Jahre
als Dentisten-Assistent tätig und bestand in dieser Zeit
an der Peter-A.-Silbermann-Schule (Abendgymnasium) das
Abitur.

Am 29. Mai 1956 wurde ich an der Medizinischen Fakultät,
Fachrichtung Zahnmedizin, der Freien Universität Berlin
immatrikuliert. Nach 5 vorklinischen Semestern bestand ich
am 31. Okt. 1958 die Zahnärztliche Vorprüfung mit der Note
" gut " und nach 6 klinischen Semestern am 6. März 1962
das Zahnärztliche Staatsexamen mit der Note " gut ".

Nach einhalbjähriger Assistententätigkeit in der Konser-
vierenden Abteilung der Poliklinik und Klinik für Zahn-,
Mund- und Kieferkrankheiten war ich für ein weiteres Jahr
Assistent in einer Praxis. Seit 1964 bin ich als selbständi-
ger Zahnarzt in Berlin-Schöneberg tätig.

